

Suplementasi Ranggah Muda Rusa Sambar Memperbaiki Pertumbuhan Tulang Femur, Bobot Otot, dan Ketahanan Fisik Tikus Putih

(THE EFFECT OF SAMBAR VELVET ANTLER SUPPLEMENT ON FEMUR BONE,
BODY GROWTH, AND PHYSICAL ENDURANCE IN RAT)

Gono Semiadi*), Raden Taufiq Purna Nugraha, Yuliasri Jamal

Bidang Zoologi, Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia,
Jl. Raya Jakarta-Bogor Km. 46, Cibinong 16911

*)E-mail: semiadi@yahoo.com

ABSTRAK

Ranggah merupakan jaringan tulang pada rusa yang memiliki siklus tumbuh, mengeras, luruh dan tumbuh kembali dalam satu siklus. Penggunaan ranggah muda sebagai suplemen kesehatan untuk masalah rematik dan peningkatan metabolisme tubuh telah banyak dikaji pada rusa daerah dingin. Namun penelitian berkenaan dengan pemanfaatan ranggah muda yang berasal dari daerah tropis belum pernah dilakukan. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji efek dari konsumsi ranggah muda rusa sambar (*Rusa unicolor*) terhadap laju pertumbuhan tulang femur, testis dan jaringan otot, serta ketahanan fisik pada tikus putih. Perlakuan adalah dengan pemberian bubuk ranggah muda bagian yang lunak (L) dan keras (K) pada tikus percobaan umur pre-pubertal (21 hari), dengan dosis 0, 1, 2, dan 3 g/kgBB (bobot badan). Pengamatan berlangsung selama delapan minggu dengan kenaikan bobot badan dipantau setiap minggu dan pada waktu yang sama jumlah pemberian bubuk ranggah muda disesuaikan. Pada akhir pengamatan, tikus diuji lama kemampuan mengambang di air dan kemudian dieutanasia untuk dianalisa panjang tulang femur dan bobot testis. Hasil menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata di antara perlakuan terhadap kenaikan bobot badan, namun pada dosis 2 g/kgBB untuk bagian ranggah lunak, cenderung memberikan nilai yang tertinggi selama penelitian. Bobot testis tidak memberikan perbedaan yang nyata juga, namun panjang tulang femur menunjukkan interaksi yang nyata ($p < 0,05$), terutama pada dosis 3 g/kgBB bagian keras. Ketahanan fisik menunjukkan interaksi yang berbeda nyata ($p < 0,05$) dimana pada dosis 1 g/kgBB bagian ranggah lunak memberikan hasil yang terbaik.

Kata-kata kunci: rusa sambar, *Rusa unicolor*, pertumbuhan, ranggah muda, ketahanan fisik

ABSTRACT

Antlers are deer's bony organ that follows a cycle of growing, hardening, casting and regrouping within a certain period. The effect of consuming velvet antler from temperate origin has been known scientifically to have positive effect for rheumatism and metabolic disorder sickness therapy. However, the role of velvet antler originated from tropical deer has not yet been explored. This study aimed to assess the potential of the velvet antler of sambar deer (*Rusa unicolor*) which was experimentally fed to laboratory rats. The assessment was made based on the animals growth rate (i.e. femur length, weight of testicle, body weight) and physical endurance (i.e. swimming test). Laboratory rats at 21 days old were allocated into four different groups and each group consisted of five rats were fed with powder of soft and hard parts of velvet antler at dose of 0, 1, 2, and 3 g/kg body weight, respectively. Animals were examined for eight weeks the body weight was examined weekly and the dose at velvet antler supplement was adjusted accordingly. At the end of the study the rat were put on endurance swimming test and then euthanized, for measurement of femur bone length and weight of testis. The results showed that there were no differences in the body weight. However at dose of 2 g soft part/kg BW indicating a consistently higher live weight gains across the observation time. Testis weight showed no significant differences between the treatments, but the length of femur bone showed a significant effect ($p < 0.05$) with the doses level, with the highest score being at 3 g hard part / kg BW. Physical endurance showed a significant effect ($p < 0.05$) with the doses level, with the level of 1 g soft part/kg BW gave the best performance.

Keywords : sambar deer, *Rusa unicolor*, growth, velvet antlers, endurance.

PENDAHULUAN

Ranggh adalah material berbahan dasar kalsium dari organ tubuh rusa yang berada di bagian kepala dan memiliki siklus tumbuh, mengeras, luruh, dan tumbuh kembali dalam satu siklus tertentu. Pada beberapa jenis rusa yang hidup di daerah beriklim dingin, pertumbuhan ranggh mencapai 1-2 cm/hari (Garcia *et al.*, 1997; Suttie *et al.*, 1999). Efek dari pemberian ranggh muda asal iklim dingin pada hewan percobaan menunjukkan nilai positif terhadap metabolisme tubuh untuk tujuan kesehatan, baik pada organ jantung, ketahanan tubuh dari serangan penyakit, rematik, selain untuk meningkatkan vitalitas tubuh (Yang *et al.*, 2004). Hal tersebut menjadikan ranggh muda banyak dipergunakan sebagai salah satu bahan racikan dasar obat tradisional di Korea (Kim *et al.*, 2001) dan telah banyak diadopsi di negara barat sebagai *food supplement* (Center, 2002). Hingga saat ini penelitian mengenai potensi ranggh muda sebagai *food supplement* masih didominasi oleh rusa beriklim dingin dan sedang, seperti rusa merah (*Cervus elaphus*) dan rusa sika (*Cervus nippon*). Di lain sisi, upaya pengembangan peternakan rusa berbasiskan jenis rusa daerah tropis seperti rusa timor (*Rusa timorensis*) telah lama dilakukan di Australia, Mauritius, Kaledonia Baru, dan Malaysia (Semiadi dan Nugraha, 2004). Namun demikian, pemanfaatan ranggh muda asal rusa daerah tropis tersebut masih belum ada.

Rusa sambar (*Rusa unicolor*) termasuk jenis rusa asal daerah tropis dengan ukuran tubuh yang terbesar di antara rusa tropis lainnya (Whitehead, 1993). Dibandingkan dengan rusa timor, pemanfaatan jenis rusa ini sebagai hewan ternak relatif lebih terbatas. Di Indonesia, rusa sambar telah mulai dikembangkan sebagai suatu demo plot peternakan sejak tahun 1997 di Kabupaten Penajam Paser Utara, Kalimantan Timur.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji efek dari konsumsi ranggh muda asal rusa sambar terhadap laju pertumbuhan jaringan tulang femur, otot, testis, dan ketahanan fisik tikus putih, sebagai awal dalam memahami nilai guna ranggh muda asal daerah tropis sebagai *food supplement*.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di laboratorium hewan percobaan Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Cibinong. Untuk mengetahui pengaruh konsumsi ranggh muda terhadap pertumbuhan dan ketahanan tubuh, digunakan tikus putih (*Rattus norvegicus*) galur Wistar, jantan, umur pra-pubertal (21 ± 2 hari), yang ditempatkan dalam kandang individu berbahan plastik. Lantai kandang ditutupi serbuk kayu yang diganti seminggu sekali. Air minum diberikan secara *ad-libitum* dari botol otomatis. Sebelum penelitian dilakukan, hewan penelitian dibiarkan beradaptasi terhadap lingkungan penelitian selama satu minggu dengan pemberian pakan standar terkontrol. Pakan standar diperoleh dari Balai Penelitian Gizi, Departemen Kesehatan, Bogor, sebagai pakan komplit, dengan kandungan (Bahan Kering;BK) protein sekitar 19,8%, lemak 9,1%, air 8,9%, abu 7,3 %, dan energi 378 kal/g.

Pakan perlakuan adalah bubuk ranggh muda rusa sambar (*Rusa unicolor*) yang diproses menurut Semiadi dan Jamal (2012), dengan kandungan nutrisi disajikan pada Tabel 1. Perlakuan adalah dengan pemberian bubuk ranggh muda bagian yang lunak (L) dan keras (K), dengan dosis masing-masing bagian 0, 1, 2, dan 3 g/kgBB (bobot badan) (L0-3; K0-3). Pengertian bagian keras dalam penelitian ini adalah kondisi kategori ranggh muda yang telah didominasi oleh jaringan kartilago muda, dibandingkan dengan bagian lunak yang masih dalam proses osifikasi menuju pembentukan jaringan kartilago. Masing-masing perlakuan menggunakan lima ekor tikus sebagai ulangan. Penyesuaian pemberian dosis perlakuan dilakukan seminggu sekali setelah penimbangan

Tabel 1. Kandungan unsur nutrisi (% BK/Bahan Kering) ranggh muda rusa sambar sebagai pakan perlakuan.

Unsur	Bagian Lunak	Bagian Keras
Protein (%BK)	70,8	59,5
Lemak (%BK)	3,3	1,9
Ca (%BK)	3,97	6,87

kenaikan bobot badan dilakukan, dan pakan standar diberikan sekitar 10% di atas kapasitas konsumsi hariannya. Agar perlakuan dosis bubuk ranggah muda dikonsumsi sepenuhnya, pakan ranggah muda terlebih dahulu diberikan, disusul dengan pemberian pakan standar dua jam kemudian. Kualitas gizi dianalisis menurut AOAC (2005).

Parameter yang diukur adalah kenaikan bobot badan, yang dimonitor setiap minggu, selama delapan minggu. Pada akhir masa pengamatan, dilakukan uji ketahanan daya tubuh terhadap kelelahan (*endurance/vitalitas*) berupa penempatan individu tikus (n=3/ perlakuan) dalam bak air kapasitas 15 liter (P 26 x L 21 x T 37 cm, ketinggian air 27 cm, suhu air 28-30°C), dan diukur daya tahan tikus untuk mengambang dalam satuan detik (Li *et al.*, 2004). Perhitungan lama mengambang ditentukan dari sejak tikus dilepas di dalam bak percobaan hingga dihentikan dengan ciri apabila kepala tikus telah tenggelam lebih dari tiga detik selama tiga kali berturut-turut, yang biasanya diikuti dengan keluarnya gelembung udara dari mulut. Dua hari setelah uji ketahanan tubuh dilakukan, semua tikus dieutanasia dengan pembiusan khloroform, kemudian dibedah dan dianalisa organ dalamnya, berupa penimbangan bobot testis tanpa lapisan *tunica albica*, dan pengukuran panjang tulang femur yang telah bersih dari jaringan otot (Semiadi dan Nugraha, 2005).

Rancangan penelitian adalah rancangan acak lengkap dengan analisis menggunakan program SAS ver 6.3 (SAS, 1999). Pada

kenaikan bobot badan dilakukan analisis sidik ragam *repeated measured* dengan menggunakan bobot awal sebagai *covariate* yang dilanjutkan dengan analisis secara *General Linear Model* (GLM). Parameter organ dalam dianalisis secara GLM (SAS, 1999).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh bubuk ranggah muda yang dikonsumsi terhadap pertumbuhan tikus putih menunjukkan bahwa secara keseluruhan pada pemberian bubuk ranggah bagian yang lunak dengan dosis 2 g/kgBB (L2) konsisten memberikan kenaikan bobot badan yang tertinggi selama delapan minggu, walau secara statistika tidak ada perbedaan dengan perlakuan lainnya (Gambar 1). Adanya interaksi antara dosis dengan bagian bubuk ranggah yang diberikan hanya terjadi pada minggu pertama (p<0,05), untuk selanjutnya tidak ada perbedaan. Bobot awal sebagai kovariat tidak memberikan pengaruh nyata terhadap hasil analisis. Kenaikan bobot tubuh ini merupakan produk langsung dari pemberian bubuk ranggah dan pakan konsumsi sebagai tersaji pada Tabel 2.

Dari hasil otopsi, tidak dijumpai penimbunan lemak di antara jaringan otot (*intramuscular fat*) yang berlebih antar perlakuan, demikian pula bobot testis tidak menunjukkan adanya perbedaan antar perlakuan (Gambar 2). Namun, untuk panjang tulang femur diperoleh interaksi antar

Tabel 2. Jumlah pemberian bubuk ranggah perlakuan dan pakan (g/ekor/hari) pada tikus putih galur Wistar selama penelitian.

Perlakuan	Pengamatan pada minggu ke							
	0	1	2	3	4	5	6	7
<i>Bubuk ranggah</i>								
C	0	0	0	0	0	0	0	0
K1	0,04	0,05	0,08	0,13	0,17	0,18	0,22	0,25
K2	0,08	0,12	0,18	0,27	0,34	0,43	0,49	0,56
K3	0,10	0,16	0,26	0,38	0,48	0,58	0,69	0,78
L1	0,04	0,06	0,09	0,13	0,17	0,21	0,25	0,28
L2	0,07	0,15	0,21	0,29	0,38	0,46	0,51	0,56
L3	0,09	0,14	0,24	0,35	0,45	0,57	0,66	0,75
<i>Pakan komplit</i>								
	8	10	15	15	20	22	25	25

Keterangan: C= kontrol, K1= ranggah muda bagian keras 1 g/kgBB, K2= ranggah muda bagian keras 2 g/kgBB, K3= ranggah muda bagian keras 3 g/kgBB, L1= ranggah muda bagian lunak 1 g/kgBB, L2= ranggah muda bagian lunak 2 g/kgBB, L3= ranggah muda bagian lunak 3 g/kgBB.

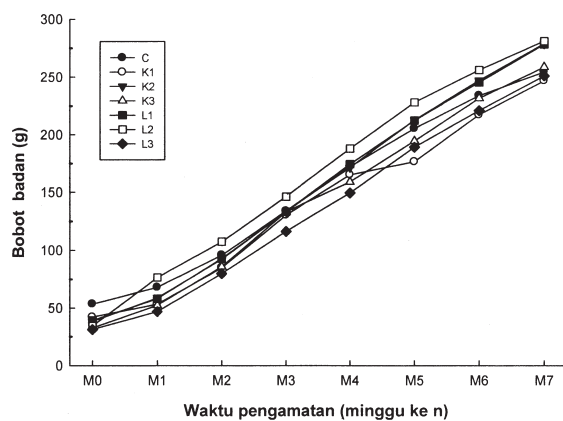
pemberian bagian ranggah muda dengan dosis ($p < 0,05$; Gambar 3). Nilai tertinggi diperoleh pada pemberian ranggah muda yang keras, dengan dosis 3 g/kgBB (K3), disusul pada pemberian ranggah muda yang lunak dengan dosis 2 g/kgBB (L2), sedangkan terhadap ketahanan daya tubuh, dijumpai interaksi antara pemberian bagian ranggah muda dengan dosis ($p < 0,05$; Gambar 4). Tampak adanya kecenderungan pemberian ranggah muda lunak memberikan tingkat ketahanan tubuh yang lebih tinggi dibandingkan pada kelompok ranggah muda keras, dengan nilai tertinggi dicapai pada dosis 1 g/kgBB.

Hasil penelitian ini yang menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan pada beberapa parameter pertumbuhan badan dan organ tubuh, sesuai dengan hasil penelitian Zhang *et al.*, (2000) dan Hemmings dan Song (2004). Dilaporkan oleh Zhang *et al.*, (2000) bahwa pemberian ranggah muda asal rusa merah sebanyak 1 g/kgBB selama 90 hari pada tikus putih menunjukkan tidak adanya pengaruh negatif terhadap pertumbuhan, tingkat konsumsi maupun indikator kondisi darah serta organ tubuh. Perbedaan yang terjadi hanyalah pada bobot hati yang lebih ringan dibandingkan kontrol ($3,52 \pm 0,30$ vs. $3,81 \pm 0,26$ g/100 gr BB). Demikian pula pada bobot testis

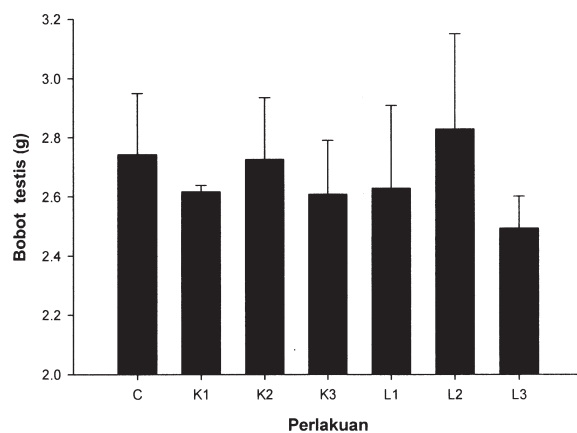
ada kecenderungan hasil perlakuan sedikit lebih ringan bobotnya dibandingkan kontrol (3,3 vs. 3,5 g).

Pemberian bubuk ranggah muda rusa merah pada tikus bunting hingga pada tingkat 10% dari total pakan menunjukkan tidak ada pengaruh negatif terhadap anak yang lahir. Pola pertumbuhan antar perlakuan ranggah muda terhadap kontrol cenderung sama, demikian pula dalam parameter fisiologi (glukosa darah, berat ginjal) tidak memberikan perbedaan ataupun suatu tingkat keracunan (Hemmings dan Song, 2004). Hasil penelitian Sunwoo dan Sim (2003) menunjukkan pada pemberian bubuk ranggah muda rusa merah selama 54 hari menunjukkan adanya kecenderungan pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan kontrol.

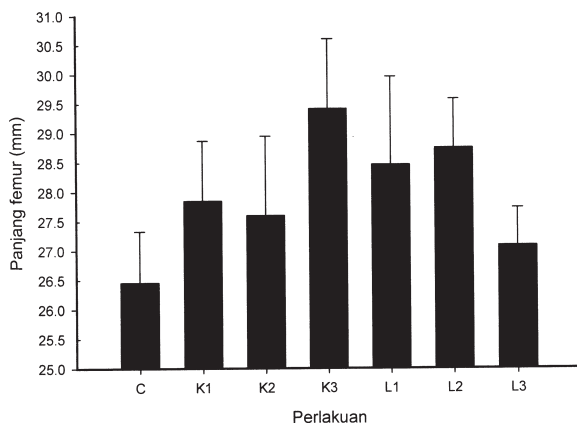
Pada pemberian hasil ekstrak air panas dari ranggah muda rusa *Cervus nippon* secara oral selama 10 hari pada mencit, menunjukkan adanya pengaruh yang positif terhadap kandungan plasma testosteron dan kandungan protein hati (Wang *et al.*, 1988). Cukup tingginya pengaruh testosteron pada hewan perlakuan tampaknya dipengaruhi oleh cukup tingginya kandungan testosteron pada ranggah muda sebagaimana ditunjukkan pada rusa *Odocoileus virginianus* yang mencapai 538 pg/



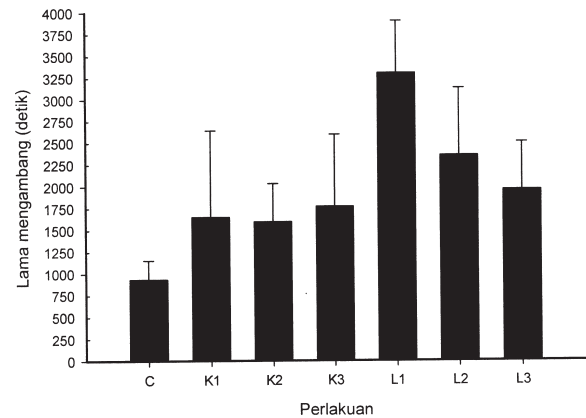
Gambar 1. Pola pertumbuhan (g/minggu) tikus putih galur Wistar melalui pemberian bubuk ranggah (C= Kontrol, K1= ranggah muda bagian keras 1 g/kgBB, K2= ranggah muda bagian keras 2 g/kgBB, K3= ranggah muda bagian keras 3 g/kgBB, L1= ranggah muda bagian lunak 1 g/kgBB, L2= ranggah muda bagian lunak 2 g/kgBB, L3= ranggah muda bagian lunak 3 g/kgBB). M= minggu pengamatan ke n (0 sampai dengan 7).



Gambar 2. Perbandingan rata-rata bobot testis (g, Standar Deviasi/STD) pada tikus putih galur Wistar melalui pemberian bubuk ranggah (C= Kontrol, K1= ranggah muda bagian keras 1 g/kgBB, K2= ranggah muda bagian keras 2 g/kgBB, K3= ranggah muda bagian keras 3 g/kgBB, L1= ranggah muda bagian lunak 1 g/kgBB, L2= ranggah muda bagian lunak 2 g/kgBB, L3= ranggah muda bagian lunak 3 g/kgBB).



Gambar 3. Perbandingan rata-rata panjang tulang femur (mm, Standar Deviasi/STD) pada tikus putih galur Wistar melalui pemberian bubuk ranggah (C= Kontrol, K1= ranggah muda bagian keras 1 g/kgBB, K2= ranggah muda bagian keras 2 g/kgBB, K3= ranggah muda bagian keras 3 g/kgBB, L1= ranggah muda bagian lunak 1 g/kgBB, L2= ranggah muda bagian lunak 2 g/kgBB, L3= ranggah muda bagian lunak 3 g/kgBB).



Gambar 4. Perbandingan rata-rata daya tahan fisik mengambang (detik, Standar Deviasi/STD) pada tikus putih galur Wistar melalui pemberian bubuk ranggah (C= Kontrol, K1= ranggah muda bagian keras 1 g/kgBB, K2= ranggah muda bagian keras 2 g/kgBB, K3= ranggah muda bagian keras 3 g/kgBB, L1= ranggah muda bagian lunak 1 g/kgBB, L2= ranggah muda bagian lunak 2 g/kgBB, L3= ranggah muda bagian lunak 3 g/kgBB).

ml pada tulang ranggah muda, dan pada serum mencapai 799 pg/ml (Bubenik *et al.*, 2005). Hasil penelitian Breda *et al.*, (1992, 2003) menunjukkan bahwa pengaruh latihan dan juga suplemen testosteron berpengaruh terhadap peningkatan kekuatan otot pada tikus. Ini memberikan gambaran mengapa pada tikus dalam penelitian ini cenderung mempunyai kekuatan yang lebih dalam hal ketahanan fisik dibandingkan dengan kontrol. Namun demikian, paralelisme dari peningkatan bobot testis terhadap bobot badan tampaknya masih belum begitu tampak dalam penelitian ini sebagaimana dinyatakan oleh O'Keane *et al.*, (1986). Dinyatakan lebih lanjut bahwa variasi genetik dimungkinkan turut berperan dalam proses kecepatan pertumbuhan masing-masing organ.

Dalam hal aplikasi konsumsi ranggah muda pada manusia menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata pada peningkatan kemampuan fisik otot manusia yang mengkonsumsi 3000 mg bubuk ranggah muda selama 10 minggu (Percival, 2001). Hal tersebut bertentangan dengan hasil penelitian Allen *et al.*, (2002) yang memberikan bubuk ranggah muda pada pasien yang bermasalah dengan osteoarthritis. Penelitian tersebut melaporkan pada pemberian 215 mg selama satu bulan menunjukkan adanya peningkatan perubahan

yang positif dibandingkan dengan perlakuan di bawah dosis tersebut, walaupun secara statistika belum menunjukkan perbedaan yang nyata. Dinyatakan pula bahwa konsumsi pada dosis tersebut masih aman dan dapat dikombinasikan dengan pemberian obat kesehatan untuk menangani permasalahan arthritis.

Hal serupa juga ditunjukkan pada pemberian bubuk ranggah muda pada anjing yang mengalami permasalahan osteoarthritis. Pada pemberian selama 60 hari menimbulkan efek yang positif terhadap proses perbaikan masalah arthritis (Moreau *et al.*, 2004). Dilaporkan pula dari hasil pemantauan perilaku ataupun nilai hematologi serta biokimia darah, tidak terpantau adanya efek negatif dari akibat pemberian bubuk ranggah tersebut. Li *et al.*, (2004) melaporkan bahwa pemberian ekstrak ranggah muda pada tikus putih memberikan kekuatan fisik yang nyata lebih kuat. Kekuatan mengambang pada perlakuan Li *et al.*, (2004) mencapai 16,16-25,68 menit dibandingkan dengan kontrol yang hanya mencapai 12,27 menit. Dalam penelitian rusa sambar ini, kekuatan pada kelompok kontrol hanya mencapai 15,57 menit dibandingkan pada perlakuan dengan sumber bubuk ranggah muda bagian lunak (1 g/kgBB) yang dapat mencapai 55,09 menit.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian menunjukkan adanya kinerja yang cukup positif dari pemberian ranggah muda, khususnya bagian yang lunak, terhadap beberapa aspek fisiologis pertumbuhan pada tikus putih seperti penambahan bobot badan dan pertumbuhan femur, selain ketahanan tubuh.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih pada Tri Haryoko MSi. yang telah membantu dalam proses nekropsi tikus dan sdr. Asep yang merawat tikus selama penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen M, Oberle K, Grace M, Russel A. 2002. Elk velvet antler in rheumatoid arthritis: phase II trial. *Biological Research for Nursing* 3(3): 111-118.
- AOAC. 2005. *Official methods of analysis 18th edition*. W. Horwitz & G.W. Latimer (edits). Maryland.
- Breda E van, Keizer HA, Vork MM, Surtel DAM, de Jong YF, Vusse GJ, Glatz JFC. 1992. Modulation of fatty-acid-binding protein content of rat heart and skeletal muscle by endurance training and testosterone treatment. *Pflügers Archiv European Journal of Physiology* 421(2-3): 274-279.
- Breda E van, Keizer HA, Kuipers H, Kranenburg G. 2003. Effect of testosterone and endurance training on glycogen metabolism in skeletal muscle of chronic hyperglycaemic female rats. *British of Journal Sports Meicines* 37(4): 345-350.
- Bubenik GA, Miller KV, Lister AL, Osborn DA, Bartos L, van der Klark GJ. 2005. Testosterone and estradiol concentrations in serum, velvet skin and growing antler bone of male white-tailed deer. *Journal of Experimental Zoology* 303A: 186-192.
- Center SA. 2002. Natural Animal Product Improves Human Performance: Review and Analysis of Velvet Deer Antler. *Anti-Aging Medical News Summer-Fall*. 10-17.
- Garcia RL, Sadighi M, Francis SM, Suttie JM, Fleming JS. 1977. Expression of neurotrophin-3 in the growing velvet antler of the red deer *Cervus elaphus*. *Journal of Molecular Endocrinology* 19: 173-182.
- Hemming SJ, Song X. 2004. The effects of elk velvet antler consumption on the rat: development, behavior, toxicity and the activity of liver. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C* 138: 105-112.
- Kim EJ, Jung YJ, Kang SJ, Chang SY, Nam DH. 2001. Molecular Discrimination of *Cervidae* Antlers and *Rangifer* Antlers. *Journal of Biochemistry and Molecular Biology* 34 (2): 114-117.
- Li J, Li C, Suttie JM. 2004. Comparative studies on the pharmacognostics and pharmacology of Chinese wapiti (*Cervus elaphus xanthopygus*) and New Zealand red deer (*Cervus elaphus*) velvet antlers. In: Suttie JM, Haines SR, Li C. (Ed). *Advances in Antler Science and Product Technology*. 2nd International Symposium Proceedings. New Zealand. 121-128.
- Moreau M, Dupulis J, Bonneau NH, Lecuyer M. 2004. Clinical evaluation of a powder of quality elk velvet antler for the treatment of osteoarthritis in dogs. *Canadian Veterinary Journal* 45:133-139.
- O'Keane JC, Brien TG, Hooper ACB, Graham A. 1986. Testicular Activity in Mice Selected for Increased Body Weight. *Andrologia* 18 (2): 190-195.
- Percival, R. 2001. Examining the effects of deer velvet antlers supplementation on muscular strength, performance and markers of delayed onset muscle soreness. (Thesis). Tennessee. East Tennessee State University.
- SAS. 1999. *SAS user's guide ver. 6.3* SAS Institute Inc. Cary. North Carolina.
- Semiadi G, Nugraha RTP. 2004. Panduan pemeliharaan rusa tropis. Puslit Biologi LIPI. 282 pp.
- Semiadi G, Nugraha RTP. 2005. Panduan pengamatan reproduksi pada malaria liar. Puslit Biologi LIPI. 93 pp.
- Semiadi G, Jamal Y. 2012. The nutritional quality of captive sambar deer (*Rusa unicolor*) velvet antler. *in prep*.
- Sunwoo HH, Sim JS. 2000. Potential uses of velvet antlers as nutraceutical, functional and medical foods in the west. *Journal of Nutraceutical, Functional and Medical Foods* 2(3):5-24.

- Suttie J, Clark D, Haines S. 1999. Discovering pieces of the puzzle- Antler growth. *Deer Farming Annual*: 31.
- Wang B, Zao X, Qi S, Kaneko S, Hattoti M, Namba T, Nmura Y. 1988. Effects of repeated administration of deer antler extract on Biochemical changes related to aging in senescence-Accelerated Mice. *Chemical Pharmaceutical Bulletin* 36(7): 2587-2592.
- Whitehead GK. 1993. *Encyclopedia of deer*. Swann Hill Press. Shrewsbury. 467-512.
- Yang HO, Kim SH, Cho S, Kim M, Seo J, Park J, Jhon G, Han SY. 2004. Purification and Structural Determination of Hematopoietic Stem Cell-Stimulating Monoacetyldiglycerides from *Cervus nippon* Deer Antler. *Chemical Pharmaceutical Bulletin* 52(7): 874—878.
- Zhang H, Wanwimolruk S, Coville PF, Schofield JC, Williams G, Haines SR, Suttie JM. 2000. Toxicological evaluation of New Zealand deer velvet powder. Part I: acute and subchronic oral toxicity studies in rats. *Food and Chemical Toxicology* 38: 985-990.