

Perkembangan Fenotipe Monyet Ekor Panjang Obes (*Macaca fascicularis*) yang Diberi Pakan Berenergi Tinggi.

[PHENOTYPE DEVELOPMENT OF OBESED LONG-TAILED MONKEY (*Macaca fascicularis*) FED WITH HIGH ENERGY DIET]

Deyv Pijoh¹, Irma Suparto^{2,3}, Sri Supraptini Mansjoer³, Dondin Sajuthi^{3,4}, Dewi Apri Astuti^{3,5*}

¹Departemen Produksi Ternak, Fakultas Peternakan Universitas Sam Ratulangi

²Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor

³Pusat Studi Satwa Primata, Institut Pertanian Bogor

⁴Departemen Klinik Reproduksi dan Patologi, Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor

⁵Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor

*Korespondensi: dpijoh@yahoo.com

Abstract. This study was designed to obtain information on the obesity progress of the long-tailed monkey (*Macaca fascicularis*). Since the development of an obese monkey to become a model for obesity research is badly needed right now. Administering feed intakes containing high energy was done to obtain the obese monkeys. The research was conducted for 14 months consisting of an adjustment period of 2 months and 12 months of data collection. Fifteen adult male monkeys, weighing between 4-5 kg were used in this research. The animals were grouped into three types of treatment diets with five replicates of each treatment. The type of treatment diets, were the A diet containing wheat flour, coconut oil and beef tallow ingredients with 4480 cal/g of energy, the B diet consisting of high energy artificial feed containing wheat flour, coconut oil and beef tallow ingredients which combined with egg yolk resulted in a value of 4207 cal/g of energy, and the C diet consisting of a commercial monkey chow biscuit formula with 4330 cal/g of energy. The results showed that diet B treatment gave a highly significant effect ($P < 0.01$) to waist circumference, hip circumference, chest circumference and skin fold thickness. A close relationship was found between the monkeys body weight and body size measure waist circumference ($r = 0.895$), chest circumference ($r = 0.851$) and hip circumference ($r = 0.871$). Based on the main component analysis it was shown that diet B with high energy containing egg yolk had a more rapid effect on phenotype developmental and obese suffering of monkeys. It was concluded that administration of high energy feed containing egg yolk can cause changes in waist circumference, abdominal circumference, chest circumference, and the thick folds of skin on the long-tailed monkey.

Abstrak. Penelitian ini dirancang untuk memperoleh informasi perkembangan obesitas monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*). Kebutuhan hewan model obes sebagai materi penelitian sangat tinggi. Untuk mendapatkan hewan model obes, dapat dilakukan pemeliharaan dengan pemberian asupan makanan yang mengandung energi tinggi. Penelitian ini dilaksanakan selama 14 bulan terdiri dari masa penyesuaian dua bulan dan pengumpulan data 12 bulan. Materi penelitian 15 ekor monyet jantan dewasa umur 6-8 tahun, dengan bobot badan antara 4-5 kg. Monyet dikelompokkan berdasarkan pemberian jenis pakan sebagai perlakuan dengan masing-masing lima ulangan. Pakan A mengandung bahan gandum, minyak kelapa dan tallow dengan nilai energi 4.480 kal/g. Pakan B yang mengandung bahan gandum, minyak kelapa dan tallow yang dikombinasikan dengan kuning telur dengan nilai energi 4.207 kal/g. Pakan C merupakan pakan komersial *monkey chow* dengan energi 4.330 kal/g. Hasil penelitian pada bulan ke-12, menunjukkan pemberian Pakan B memberikan pengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap ukuran lingkaran pinggang, lingkaran pinggul, lingkaran dada dan tebal lipatan kulit. Terdapat hubungan yang erat antara bobot badan monyet dengan ukuran lingkaran pinggang ($r = 0,89$), lingkaran dada ($r = 0,85$) dan lingkaran pinggul ($r = 0,87$). Berdasarkan analisis komponen utama dan indeks massa tubuh (IMT), diperoleh petunjuk bahwa pemberian Pakan B lebih cepat terjadi perkembangan fenotipe obesitas.

Key words: long-tailed monkey, *Macaca fascicularis*, obesity, phenotype, main component analysis.

Pendahuluan

Obesitas atau kelebihan bobot badan pada masyarakat sekarang ini semakin meningkat, sejalan dengan terjadinya modernisasi, perubahan pola makan, serta kurangnya aktivitas fisik. Kegemukan sangat berkaitan dengan sindrom metabolik, yang

merupakan faktor resiko utama penyakit kardiovaskular dan diabetes, hipertensi, gangguan imunologis dan gangguan patologis seperti hiperinsulinemia dan resistensi insulin. Sindrom metabolik, meningkatkan terjadinya penyakit kardiovaskular sebesar 1,5-2,0 kali lipat dari pada umumnya. Untuk mengetahui

dan mengatasi obesitas pada masyarakat yang ada ataupun untuk melihat perannya terhadap timbulnya penyakit metabolik, perlu dilakukan penelitian yang lebih intensif. Keberadaan ini dimungkinkan dengan menggunakan hewan model

Satwa primata genus *Macaca* adalah hewan yang sesuai untuk digunakan sebagai hewan model obesitas, karena secara genetik mempunyai hubungan yang erat dengan manusia. Ukurannya yang besar dan mempunyai masa hidup lebih lama dibandingkan hewan model lainnya, sehingga memungkinkan pengambilan sampel untuk waktu yang lama (Wagner et al. 1996). Bennett et al. (1995), menyatakan satwa primata memiliki kemiripan anatomis dan fisiologis dengan manusia dibandingkan dengan hewan model lainnya. Beberapa penelitian obesitas yang menggunakan satwa primata, antara lain Kaufman et al. (2007) yang menggunakan monyet (*Macaca radiata*) untuk mengetahui faktor cekaman sebagai salah satu faktor penyebab obesitas dan terjadinya resisten insulin pada anak *bonnet macaques* (*Macaca radiata*) dan Anthony et al. (2003) yang menggunakan baboon sebagai hewan model studi genetik pada obesitas.

Fenotipe adalah ekspresi gen yang dapat mencirikan suatu penampilan luar sifat-sifat kualitatif dan kuantitatif. Fenotipe obes yang didasarkan pada ukuran tubuh bermanfaat untuk mengidentifikasi dengan cepat, dengan melihat ciri khusus yang dimiliki setiap individu untuk dijadikan indikator obesitas. Informasi ciri fisik atau fenotipe monyet yang mengalami obesitas belum banyak diketahui dan ini menjadi kendala tersendiri untuk dapat menggolongkan monyet obes atau tidak obes. Selama ini, kriteria obes pada satwa primata masih mengacu pada kriteria obes manusia. Mengacu pada kenyataan di atas, maka perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan informasi ukuran tubuh yang berperan dalam penentuan obesitas pada monyet ekor panjang (MEP) sehingga dapat dipakai dalam penentuan monyet obes sebagai hewan model.

Metode Penelitian

Sebanyak 15 ekor monyet ekor panjang (MEP) dewasa berjenis kelamin jantan dengan bobot badan jantan dewasa berkisar antara 4-5 kg, berumur 6-8 tahun. Semua MEP yang digunakan berasal dari hasil penangkaran yang bebas penyakit tuberkulosis dan telah mendapat persetujuan tertulis dari *Animal Care and Use Commitee* (ACUC) no: 02-IA-ACCUC-08 untuk digunakan. Monyet dipelihara secara

individual di dalam kandang *stainless steel* (*squeeze back cage*) dengan ukuran 0,6x0,6x0,9 m. Setiap kandang dilengkapi dengan tempat pakan dan tempat minum yang ditempelkan di luar kandang dan diberikan pengkayaan lingkungan (*enviromental enrichment*) berbentuk pakan buah yang dibekukan. Posisi kandang ditempatkan agar setiap hewan dapat saling berinteraksi secara audiovisual.

Pemberian pakan lokal telah diformulasi dari bahan tepung gandum, gula, *tallow* (lemak hewan), minyak kelapa, tepung ikan, tepung maizena, bungkil kedelai, dedak padi, agar-agar, CMC (*carboxymethyl cellulose*), campuran mineral, kalsium karbonat, kalsium fosfat dan dinamakan sebagai perlakuan pakan A. Bahan bahan yang sama dengan penambahan kuning telur merupakan perlakuan pakan B, dan perlakuan pakan C berupa pakan komersil *monkey chow*. Kandungan zat makanan pada Pakan A *gross energy* (GE) 4.213 kal/g, lemak 21,7% dan BETN 52,34%). Pakan B, GE 4.197 kal/g, lemak 22% dan BETN 50,73%). Pakan C dengan kandungan GE 4.300 kal/g, protein 15%, lemak 5%, serat kasar 3,49%.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), sebagai perlakuan Pakan A, B, dan C yang masing-masing terdiri dari lima ulangan. Analisis korelasi linear digunakan untuk melihat hubungan antar peubah yang diukur. Data yang diperoleh dianalisis, jika ternyata memperlihatkan pengaruh berbeda, maka dilanjutkan dengan Uji Tukey dengan tingkat kepercayaan yang dipakai 95% (Mattjik dan Sumertajaya 2003).

Pengamatan yang dilakukan adalah pengukuran bobot badan. Pertambahan bobot badan yang merupakan selisih bobot badan awal (kg) dengan bobot badan akhir per bulan. Tinggi duduk (*crown rump length*) (cm) diukur dari puncak kepala sampai dengan pangkal ekor. Lingkar pinggang (cm) diukur melingkar secara horizontal dari titik tengah antara puncak krista iliaka dan tepi kosta terakhir pada garis tengah aksilaris (Adam 2005). Tebal lipatan kulit perut (cm) diukur tepat di atas tulang iliaka dengan menggunakan alat kaliper. Data diolah dengan menggunakan ANOVA dengan perangkat lunak MINITAB versi 14.13. Untuk mendapatkan hubungan antar peubah hewan coba diolah menggunakan metode Korelasi Pearson dan Analisis Komponen Utama (AKU).

Hasil dan Pembahasan

Bobot Badan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan selama 12 bulan pengamatan, respon hewan penelitian terhadap pemberian berbagai jenis pakan disajikan pada (Tabel 1).

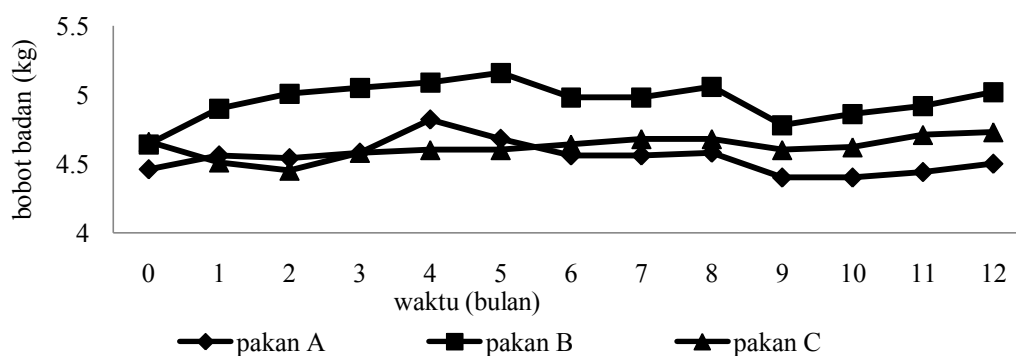
Tabel 1 Bobot badan MEP pada bulan ke-12

Peubah	Jenis Pakan		
	A	B	C
Bobot badan (BB) (kg)	4,50±0,09 ^A	5,02±0,06 ^C	4,73±0,11 ^B
Koefisien keragaman BB (%)	2,08	1,27	2,37
Indeks massa tubuh (IMT) (kg/m ²)	22,91±1,37 ^A	26,00±1,10 ^C	23,63±0,98 ^{AB}
Koefisien keragaman IMT (%)	5,98	4,25	4,15

Keterangan: huruf besar superskrip yang berbeda menunjukkan perbedaan sangat nyata ($P < 0,01$)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jenis pakan memberikan pengaruh yang berarti terhadap bobot badan hewan coba ($P < 0,05$). Selama pengamatan 12 bulan. Pemberian Pakan A dapat meningkatkan bobot badan hewan penelitian rata-rata 0,06%. Pakan B

meningkatkan bobot badan rata-rata 10,13% dan pemberian Pakan C meningkatkan bobot badan rata-rata 4,91%. Perkembangan bobot badan selama 12 bulan penelitian pada (Gambar 1).



Gambar 1 Perkembangan bobot badan MEP selama 12 bulan

Gambaran perkembangan bobot badan selama penelitian menunjukkan perkembangan bobot badan dengan pemberian Pakan B lebih tinggi dari dua jenis pakan lainnya. Dari uji pembandingan bulan ke-12, pemberian Pakan B berbeda nyata ($P > 0,05$) terhadap perubahan bobot badan hewan penelitian yang diberi Pakan A dan C. Perbedaan ini terjadi karena hewan coba yang diberi Pakan B konsumsinya lebih tinggi dibandingkan hewan coba yang diberi Pakan A dan pakan C. Tingginya tingkat konsumsi Pakan B, disebabkan adanya kuning telur yang meningkatkan palatabilitas pakan coba. Terjadinya peningkatan konsumsi mengakibatkan pemenuhan kebutuhan hidup pokok dan produksi hewan, serta terjadi

kelebihan energi yang kemudian terdeposit dalam tubuh.

Ukuran-ukuran Tubuh. Pertumbuhan jaringan dalam tubuh hewan dapat dilihat dengan bertambah besarnya tubuh hewan tersebut. Untuk melihat pertumbuhan yang terjadi pada hewan coba monyet ekor panjang sebagai respon pemberian pakan yang ada, telah dilakukan beberapa pengukuran bagian-bagian tubuh. Hasil analisis statistik menunjukkan jenis pakan memberikan pengaruh berbeda terhadap lingkaran pinggang, pinggul dan lingkaran dada ($P < 0,05$). Ini berarti perlakuan pakan yang dikonsumsi hewan coba nyata mempengaruhi sifat fenotipe ukuran lingkaran pinggang, pinggul dan dada disajikan pada (Tabel 2).

Fabel 2 Lingkar pinggang, dada, pinggul, lengan, paha, kepala dan betis monyet ekor panjang pada akhir pemeliharaan

Peubah	Jenis Pakan		
	A	B	C
Lingkar Pinggang (cm) (LP)	28,54±0,68 ^A	32,97±1,07 ^B	29,86±1,25 ^A
Koefisien Keragaman (%)	2,40	3,23	4,19
Lingkar Pinggul (cm) (LPi)	26,14±0,76 ^A	29,70±1,14 ^B	26,69±1,09 ^A
Koefisien Keragaman (%)	2,90	3,82	4,09
Lingkar Dada (cm) (LD)	32,60±0,77 ^A	34,57±0,69 ^B	32,78±1,05 ^A
Koefisien Keragaman (%)	2,36	2,00	3,20
Lingkar Lengan (cm) (LL)	14,27±0,42	14,76±0,53	14,15±0,51
Koefisien Keragaman (%)	2,91	3,6	3,6
Lingkar Paha (cm) (LP)	18,15±1,15	18,30±0,85	17,48±0,62
Koefisien Keragaman (%)	6,34	4,62	3,56
Lingkar Kepala (cm) (LK)	27,62±0,35	28,18±0,83	28,24±0,73
Koefisien Keragaman (%)	1,27	2,96	2,59
Lingkar Betis (cm) (LB)	12,19±0,56	12,23±0,62	12,02±0,60
Koefisien Keragaman (%)	4,58	5,1	4,95

Keterangan: huruf besar pada superskrip yang berbeda menunjukkan perbedaan sangat nyata ($P < 0,01$)

Ukuran lingkar pinggang hewan coba yang diberi pakan B lebih besar dibandingkan hewan coba yang diberi Pakan A atau C ($P < 0,01$). Dengan pemberian Pakan A atau C diperoleh ukuran lingkar pinggang yang tidak berbeda ($P > 0,05$). Ini berarti pemberian Pakan B adalah pakan yang berespon lebih besar, mempengaruhi fenotipe MEP. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya (Oktarina 2009), yang menyatakan adanya peningkatan ukuran lingkar pinggang MEP pada monyet obes. Terjadi penimbunan lemak dalam lipatan di bagian perut atau yang disebut dengan obesitas tipe sentral.

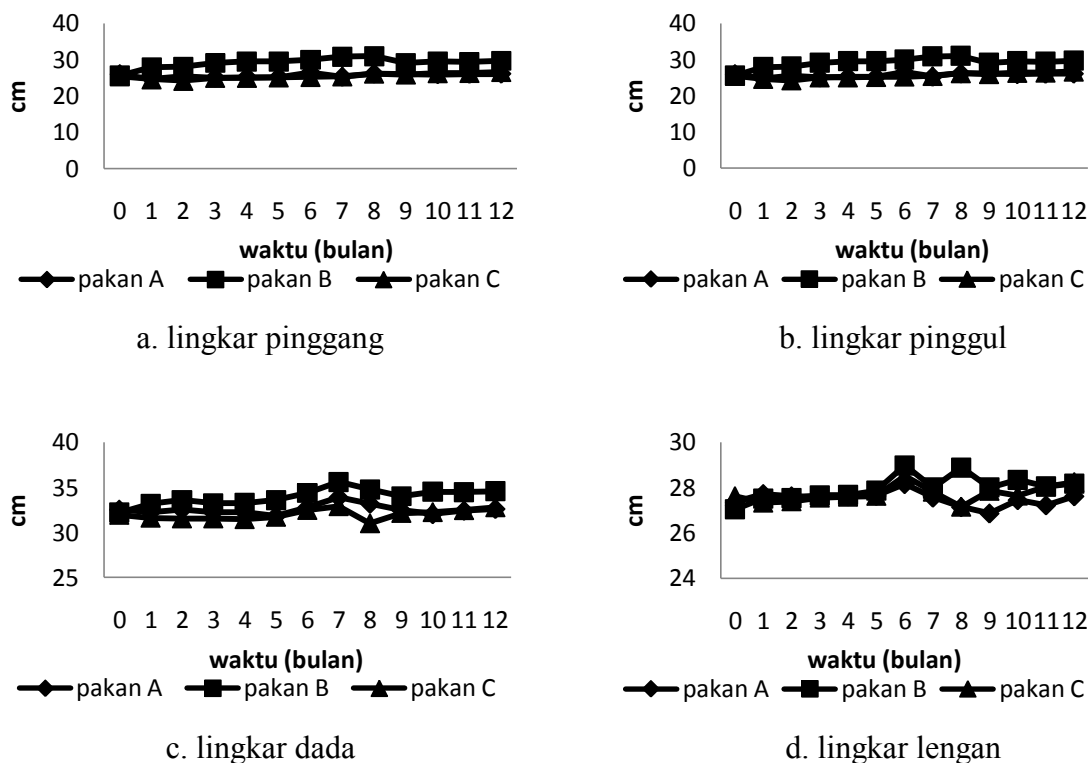
Hasil penelitian juga menunjukkan jenis pakan memberikan pengaruh yang berbeda ($P < 0,01$) terhadap lingkar pinggul. Lingkar pinggul tertinggi ditunjukkan oleh hewan penelitian yang diberi Pakan B dan terendah ditemukan pada hewan penelitian yang diberi Pakan A. Hal ini karena konsumsi pada Pakan A paling sedikit dibandingkan Pakan B atau C. Lingkar dada yang tertinggi ditemukan pada hewan coba yang diberi Pakan B ($P < 0,01$),

sedangkan Pakan A atau C sama. Dilihat dari lingkar dada hewan coba kelompok Pakan C mendekati kriteria obesitas.

Hasil analisis pada bulan ke-12 menunjukkan lingkar kepala hewan penelitian yang diberi Pakan A, Pakan B, dan Pakan C tidak berbeda nyata. Demikian pula rerata ukuran lingkar paha dan lingkar betis pada hewan penelitian yang diberi perlakuan pakan penelitian tidak berbeda pula.

Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan selama penelitian, diperoleh hasil bahwa monyet yang diberikan perlakuan Pakan B mengalami obesitas yang disebabkan konsumsi yang tinggi yang menyebabkan terjadinya penimbunan lemak tubuh. Obesitas pada dasarnya disebabkan oleh ketidak seimbangan dalam penyimpanan dan penyaluran energi yang masuk dalam tubuh, tidak digunakan dengan efektif sehingga tertimbun dalam jaringan lemak (Junqueira *et al.* 1998; Flier 2001).

Gambaran perkembangan ukuran tubuh monyet penelitian selama 12 bulan ditunjukkan pada (Gambar 2).



Gambar 2 Perkembangan ukuran tubuh: lingkaran pinggang (a), lingkaran pinggul (b), lingkaran dada (c), dan lingkaran lengan (d).

Perkembangan ukuran lingkaran pinggang (Gambar 2a), lingkaran pinggul (Gambar 2b), lingkaran dada hewan penelitian menunjukkan bahwa pemberian Pakan B cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan pemberian Pakan A dan C.

Indikator obesitas yang didasarkan pada deposit lemak pada jaringan perifer disajikan pada (Tabel 3).

Tabel 3 Rerata dan standar deviasi tebal lipatan kulit pada MEP pada bulan ke-12

Peubah	Jenis Pakan		
	A	B	C
TLKP (cm)	0,36±0,12 ^B	0,43±0,20 ^C	0,31±0,10 ^A
TLKPg (cm)	0,42±0,10 ^A	0,52±0,13 ^B	0,40±0,09 ^A
TLKKB (cm)	0,18±0,05 ^a	0,21±0,03 ^b	0,18±0,04 ^a
TLKLD (cm)	0,18±0,05 ^a	0,21±0,03 ^b	0,18±0,04 ^a

Keterangan: huruf besar yang berbeda pada superskrip menunjukkan perbedaan sangat nyata (P<0,01), dan huruf kecil menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05).

Seperti yang dilakukan dalam penelitian terdahulu, tebal lipatan kulit perut (TLKP), tebal lipatan kulit Punggung (TLKPg), tebal lipatan kulit kaki belakang (TLKKB), tebal lipatan kulit lengan depan (TLKLD) menggambarkan banyaknya timbunan lemak pada lapisan kulit subkutan monyet (Putra *et al.* 2009); berkaitan dengan faktor genetik (Bouchard *et al.* 1990). Pengukuran TLKP, TLKPg, TLKKB, TLKLD berguna untuk melihat akumulasi timbunan lemak di bawah kulit.

Rerata TLKP hewan coba yang diperoleh pada penelitian 12 bulan menunjukkan adanya variasi penimbunan lemak dalam lipatan di bawah kulit perut monyet, tertinggi ditemukan pada hewan coba yang diberi Pakan B (0,43±0,20 cm) dan rerata terkecil ditemukan pada hewan coba yang diberi Pakan C. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pakan memberikan pengaruh yang berarti terhadap TLKP (P<0,01) yang berarti pemberian pakan tersebut dapat meningkatkan timbunan lipatan

pada bagian kulit perut monyet. Hal ini diduga bahwa perbedaan ketebalan lipatan kulit perut selama perlakuan ada hubungan dengan perbedaan penimbunan lemak di bawah kulit monyet.

Untuk TLKPG tertinggi diperoleh pada hewan coba yang diberi pakan B dan TLKPG terendah ditemukan pada hewan coba yang diberi pakan C. Analisis ragam menunjukkan pemberian pakan berpengaruh terhadap TLKPG ($P < 0,01$). Rataan tertinggi TLKB pada monyet yang diberi pakan B menunjukkan pengaruh nyata ($P < 0,05$). sedangkan rataan pakan A atau C adalah sama. Pada akhir penelitian TLKLD nyata ($P < 0,01$) dipengaruhi oleh pembereian pakan B, sedangkan antara Pakan A atau Pakan C tidak berbeda.

Untuk melihat perkembangan TLKP (Gambar 3a), TLKPG (Gambar 3b), TLKKB (Gambar 3c), dan perkembangan TLKLD (Gambar 3d) menunjukkan adanya penambahan pembesaran ukuran dari awal sampai akhir penelitian. Melihat gambar yang ada, dapat dilihat perkembangan yang terjadi pada beberapa ukuran tebal lipatan kulit monyet penelitian meningkat. Hal ini disebabkan terjadinya penyimpanan lemak tubuh di bawah kulit.

Korelasi Ukuran-ukuran Tubuh. Semua peubah fenotipe berkorelasi positif satu dengan lainnya pada (Tabel 4).

Tabel 4 Korelasi antar pengukuran fenotipe MEP setelah pemeliharaan 12 bulan

	PB	TLKP	TLKPG	TLKLB	TLKLD	TTK	TTT	Lpi	LD	LL	LP	LPg	LK	LB
TLKP	0,159 0,033													
TLKPG	0,032 0,666	0,653 0,000												
TLKLB	0,054 0,475	0,139 0,063	0,545 0,000											
TLKLD	0,110 0,141	0,384 0,000	0,454 0,000	0,427 0,000										
TTK	0,061 0,419	0,255 0,001	0,234 0,002	0,137 0,066	0,196 0,008									
TTT	0,158 0,035	0,294 0,000	0,318 0,000	0,179 0,016	0,206 0,006	0,579 0,000								
LPI	0,132 0,077	0,487 0,000	0,578 0,000	0,314 0,000	0,176 0,018	0,263 0,000	0,356 0,000							
LD	0,231 0,002	0,466 0,000	0,571 0,000	0,379 0,000	0,259 0,000	0,271 0,000	0,402 0,000	0,892 0,000						
LL	0,229 0,002	0,291 0,000	0,426 0,000	0,361 0,000	0,172 0,021	0,359 0,000	0,409 0,000	0,618 0,000	0,679 0,000					
LP	0,252 0,001	0,406 0,000	0,415 0,000	0,361 0,000	0,218 0,003	0,344 0,000	0,403 0,000	0,616 0,000	0,650 0,000	0,630 0,000				
LPg	0,073 0,328	0,503 0,000	0,611 0,000	0,334 0,000	0,208 0,005	0,246 0,001	0,373 0,000	0,939 0,000	0,899 0,000	0,648 0,000	0,565 0,000			
LK	0,313 0,000	0,079 0,290	0,192 0,010	0,228 0,002	0,155 0,030	0,193 0,010	0,245 0,001	0,226 0,002	0,303 0,000	0,347 0,000	0,102 0,172	0,277 0,000		
LB	0,247 0,001	0,121 0,107	0,248 0,001	0,330 0,000	0,101 0,178	0,210 0,005	0,273 0,000	0,629 0,000	0,674 0,000	0,608 0,000	0,578 0,000	0,584 0,000	0,213 0,004	
BB	0,317 0,000	0,478 0,000	0,592 0,000	0,351 0,000	0,261 0,000	0,223 0,003	0,391 0,000	0,863 0,000	0,889 0,000	0,612 0,000	0,539 0,000	0,890 0,000	0,365 0,000	0,573 0,000

Simpulan dan Saran

Simpulan

Pemberian pakan buatan berenergi tinggi yang mengandung kuning telur dapat meningkatkan bobot badan monyet ekor panjang, karena memiliki palatabilitas yang lebih baik sehingga dikonsumsi lebih banyak.

Lingkar pinggang, lingkar pinggul, tebal lipatan kulit perut mempunyai korelasi tinggi terhadap bobot badan, sehingga dapat dijadikan indikator penentuan tingkat obesitas.

Saran

Perlu dikaji lebih lanjut, lama waktu yang tepat untuk pemberian pakan berenergi tinggi yang dapat menghasilkan monyet obes secara efisien.

Daftar Pustaka

- Angeloni SV, Glynn N, Ambrosini GN, Garant MJ, Higley JD, Suomi S, Hansen BC.** 2004. Characterization of the rhesus monkeys ghrelin gene expression and fasting plasma levels. *Endocrinology* 145:2197-2205.
- Anthony GC, Shelley AC, Martin L, Dee Caray SA, Carey ML, KD Mahaney MC, Blangero J, Vandeberg JL.** 2003. The baboon as a nonhuman primate model for the study of the genetics of obesity. *J Obesity Research*. 11: 75-80.
- Bennet BT, Abee CR, Henrickson R.** 1995. *Nonhuman Primates in Biomedical Research*. Academic Press.
- Costello AB, Osborne JW.** 2005. Best practices in exploratory factor analysis: four recommendations for getting the most from your analysis. *Practical Assesment Research and Evaluation* 10:1-9.
- Flier JS.** 2001. Obesity: in Harrison's Principles of internal Medicine 15th ed. New York; TheMc Graw Hill Companies, inc: 479:481
- Jungueira LC, dan Carneiro J. Kelly RO.** 1998. *Histologi Dasar*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Kaufman D et al.** 2005. Early appearance of the metabolic syndrome in socially reared bonnet macaques. *J Clin Endocrinol Metab* 90:404-408.
- Kaufman D, Mary AB, Igor S, Eric LP, Smith, Jeremy DC, Leonard AR, John GK.** 2007. Early-life stress and the development of obesity and insulin resistance in juvenile bonnet macaques. *J Diabetes* 56:1382-1386.
- McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD, Morgan CA.** 2002. *Animal Nutrition*. 6th Ed. Prentice Hall. London.
- Oktarina R.** 2009. Kajian pakan bersumber energi tinggi pada pembentukan monyet obes. [Tesis]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Putra IGAA.** 2009. Polimorfisme gen penyandi karakter obesitas (MC4R/ reseptor melanokortin 4) pada monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*) asal Bali, Jawa Timur dan Sumatera. [Disertasi]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Wagner JD, Carlson CS, O'Brien TD.** 1996. Diabetes mellitus in nonhuman primates: recent research advances on current husbandry. *J Med Primatol* 19:609-625.
- [WHO] The World Health Organization.** 1997. Obesity: preventing and managing the global epidemic. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/index.html>. [12 Juli 2010]