

# DIET UNTUK HEWAN MODEL

Diet adalah susunan bahan makanan yang dibuat untuk diberikan dengan tujuan tertentu yang positif. Diet hewan model dibuat dan diberikan agar hewan model yang diamati sesuai dengan apa yang diinginkan peneliti untuk selanjutnya dapat dijadikan obyek penelitian atau uji coba. Beberapa hewan yang sering digunakan sebagai model antara lain monyet, tikus, mencit, kelinci, anjing, babi dan domba/kambing. Banyak bahan baku lokal yang dapat digunakan sebagai materi diet khusus, seperti tanaman herbal untuk pelangsing, protein hewani asal insekta, lemak nabati dan hewani, dan telur sebagai bahan yang kaya nutrisi.

Buku teknis diet untuk hewan model ini dibuat untuk dijadikan panduan bagi para peneliti yang menggunakan hewan model dan diberi diet khusus untuk kajian biologis seperti hewan atherogenik, hiperkolesterol, obesitas dan defisiensi kalsium.

Diet atherogenik adalah formula makanan yang mengandung lemak jenuh tinggi dengan total lemak 20% dan kandungan kolesterol sebesar 0,28 mg/kalori energi. Pemberian diet atherogenik dengan bahan baku kuning telur dan kombinasi minyak kelapa dan minyak jagung pada macaca *fascicularis* selama lebih dari 12 bulan menghasilkan hewan model yang positif mengalami peningkatan kadar kolesterol hingga mencapai 400 mg/dl.

Diet hiperkolesterol untuk mencit dibuat dengan kadar lemak di atas 10% atau 3 kali dari kebutuhan normal mencit. Perlakuan diet hiperkolesterol dari bahan kuning telur dan minyak kelapa untuk mencit menghasilkan hewan model hiperkolesterolemia dengan rata-rata kadar kolesterol plasma di atas 200 mg/dl dalam waktu sebulan.

Diet untuk membuat hewan model mengalami obesitas dapat diformulasikan dari bahan tinggi energi (>4000 kal/g) dan karbohidrat (>60%) serta lemak sebesar 4 kali dari normal (20%) dari bahan baku seperti tallow, gula dan tepung gandum. Hewan model macaca *fascicularis* yang diberi diet mengandung 4.400 Kal/kg menghasilkan BMI 27 dan plasma kolesterol sebesar 400 mg/dL dalam waktu kurang dari 4 bulan.

Demikian pula diet untuk hewan model yang mengalami defisiensi kalsium telah berhasil dibuat dengan menggunakan bahan baku murni lokal dengan formula mineral yang bebas kalsium sehingga dapat mengakibatkan tikus *Rattus norvegicus* mengalami penurunan kadar kalsium serum hingga mencapai 7 mg/dl dibandingkan standar normalnya sebesar 13 mg/dl dalam waktu sebulan.


Pada prinsipnya diet yang telah dibuat dan dikonsumsi oleh hewan model pada kajian yang tertulis pada buku ini dapat terbukti mengalami perubahan status fisiologis seperti yang diharapkan. Buku teknis ini dibuat untuk menjadikan panduan bagi para peneliti bidang nutrisi ternak dan hewan (animal nutritionist), nutrisi klinis, biomedis dan para farmakolog (termasuk biofarmaka) yang bekerja dengan hewan model melalui induksi diet.

## PT Penerbit IPB Press

Kampus IPB Taman Kencana

Jl. Taman Kencana No. 3, Bogor 16128

Telp. 0251 - 8355 158 E-mail: ipbpress@gmail.com

 Penerbit IPB Press

 @IPBpress

ISBN : xxx-xxx-xxx-xxx-x

Dewi Apri Astuti

DIET UNTUK HEWAN MODEL



# DIET UNTUK HEWAN MODEL



Dewi Apri Astuti

# DIET UNTUK HEWAN MODEL



# DIET UNTUK HEWAN MODEL

Dewi Apri Astuti



**Penerbit IPB Press**  
Kampus IPB Taman Kencana,  
Kota Bogor-Indonesia

**Judul Buku:**

DIET UNTUK HEWAN MODEL

**Penulis:**

Dewi Apri Astuti

**Penyunting Bahasa:**

Muhammad Ihsan

**Desain Sampul: & Penata Isi**

Andreas Levi Aladin

**Korektor:****Jumlah Halaman:**

38 + xi halaman romawi

**Edisi/Cetakan:**

Cetakan Pertama, Juni 2015

**PT Penerbit IPB Press****Anggota IKAPI**

Kampus IPB Taman Kencana

Jl. Taman Kencana No. 3, Bogor 16128

Telp. 0251 - 8355 158 E-mail: ipbpress@ymail.com

ISBN: 978-979-493-xxx-x

Di cetak oleh IPB Press Printing, Bogor - Indonesia

Isi Diluar Tanggung Jawab Percetakan

© 2015, HAK CIPTA DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku tanpa izin tertulis dari penerbit

# KATA PENGANTAR

Buku teknis diet untuk hewan model ini dibuat untuk dijadikan panduan bagi para peneliti yang menggunakan hewan model yang diberi diet khusus untuk kajian atherogenik, hiperkolesterol, obes, dan defisiensi kalsium. Pada prinsipnya diet yang telah dibuat dan dikonsumsi oleh hewan model pada kajian ini dapat terbukti bahwa mengalami perubahan status fisiologis seperti yang diharapkan. Pemberian diet atherogenik dengan bahan baku kuning telur dikombinasi dengan minyak kelapa dan minyak jagung pada macaca fascicularis selama lebih dari 12 bulan menghasilkan hewan model yang positif mengalami peningkatan kadar kolesterol hingga mencapai lebih dari 400 mg/dl. Diet untuk membuat hewan model mengalami obesitas dapat diformulasikan dari bahan yang tinggi energi dan karbohidrat terlarut seperti tallow, gula dan tepung gandum. Hewan model Macaca fascicularis yang diberi diet mengandung 4.400 Kal/kg menghasilkan BMI dengan nilai 27. Perlakuan diet hiperkolesterol dari bahan kuning telur dan minyak kelapa pada mencit menghasilkan hewan model hiperkolesterolemia dengan rataan kadar kolesterol plasma lebih dari 200 mg/dl dalam waktu sebulan. Demikian pula diet untuk hewan model yang mengalami defisiensi kalsium telah berhasil dibuat dengan menggunakan bahan baku lokal, sehingga dapat mengakibatkan tikus *Rattus novargieus* mengalami penurunan kadar kalsium serum hingga mencapai 7 mg/dl dari standar normal sebesar 13 mg/dl.

Buku teknis ini dibuat untuk dijadikan panduan bagi para peneliti bidang nutrisi ternak dan hewan (*animal nutritionist*), nutrisi klinis, biomedis dan para farmakolog (termasuk biofarmaka) yang bekerja dengan hewan model melalui induksi diet.

Besar harapan kami agar buku ini dapat bermanfaat bagi para pembacanya, pengguna, dan sekaligus menginspirasi para peneliti bahwa hewan model dapat diciptakan melalui induksi diet sesuai dengan tujuan.

Semoga buku teknis ini bermanfaat.

Bogor, November, 2014

Penulis



# DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
PENDAHULUAN .....	1
DIET ATHEROGENIK HEWAN MODEL ( <i>Macaca fascicularis</i> ) .....	9
DIET HIPERKOLESTEROL HEWAN MODEL MENCIT ( <i>Swiss Webster</i> ) .....	17
DIET OBES HEWAN MODEL ( <i>Macaca fascicularis</i> ) .....	23
DIET DIFISIENSI KALSIMUM HEWAN MODEL Tikus .....	29
DAFTAR PUSTAKA.....	35





# DAFTAR TABEL

Tabel 1	Komposisi kimia bahan telur .....	3
Tabel 2	Perbedaan kandungan nutrisi kuning telur segar dan tepung telur .....	4
Tabel 3	Profil lipid minyak kelapa dan minyak jagung.....	5
Tabel 4	Estimasi kebutuhan hewan model genus <i>Macaca</i> pada berbagai status faal.....	5
Tabel 5	Kebutuhan nutrisi monyet ekor panjang <i>Macaca fascicularis</i> dewasa.....	6
Tabel 6	Kebutuhan nutrisi tikus pada berbagai kondisi status faal yang berbeda.....	7
Tabel 7	Formula diet atherogenik .....	11
Tabel 8	Data konsumsi dan absorpsi nutrisi hewan model yang diberi diet atherogenik.....	16
Tabel 9	Formula diet hiperkolesterol untuk hewan model mencit .....	19
Tabel 10	Komposisi nutrisi diet hiperkolesterol .....	19
Tabel 11	Jumlah konsumsi diet hiperkolesterol pada hewan mencit .....	21
Tabel 12	Konsentrasi kolesterol serum mencit yang diberi diet hiperkolesterol .....	22
Tabel 13	Rataan konsentrasi LDL mencit yang diberi diet hiperkolesterol .....	22
Tabel 14	Kandungan <i>gross energi</i> dari beberapa bahan makanan .....	23
Tabel 15	Komposisi diet obes untuk <i>Macaca fascicularis</i> .....	25
Tabel 16	Kandungan nutrisi diet obes dan kontrol ( <i>monkey chow</i> ) .....	25
Tabel 17	Profil lipid <i>Macaca fascicularis</i> yang diberi	

DIET UNTUK HEWAN MODEL

diet obes selama 16 minggu .....	27
Tabel 18 Komposisi dan kandungan nutrien diet normal dan difisiensi kalsium untuk tikus <i>Rattus <i>novergius</i></i> .....	31
Tabel 19 Konsumsi nutrein dan neraca kalsium pada hewan model tikus .....	33

# DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Minyak jagung .....	10
Gambar 2	Minyak kelapa.....	10
Gambar 3	Tallow.....	10
Gambar 4	Alat mixer saat proses pencampuran bahan.....	12
Gambar 5	Tallow yang dilelehkan dan dicampur minyak.....	13
Gambar 6	Produk diet bentuk bola .....	13
Gambar 7	Bentuk diet cetak dan diwarnai.....	13
Gambar 8	Proses produksi diet atherogenik .....	14
Gambar 9	Kandang individual .....	15
Gambar 10	Profil lipid hewan model yang mendapat diet atherogenik selama 12 bulan.....	16
Gambar 11	Mencit sebagai hewan model.....	17
Gambar 12	Kuning telur ayam.....	18
Gambar 13	Proses pembuatan diet hiperkolesterolemia untuk mencit.....	20
Gambar 14	Produk pellet diet hiperkolesterolemia.....	21
Gambar 15	Macaca <i>fascicularis</i> sebagai hewan model.....	24
Gambar 16	Bahan baku tepung gandum sebagai sumber karbohidrat .....	24
Gambar 17	Proses pembuatan diet obes untuk Macaca <i>fascicularis</i> .....	26
Gambar 18	Kenaikan BMI pada hewan model yang mendapat diet atherogenik.....	27
Gambar 19	Tikus putih sebagai hewan model.....	30
Gambar 20	Proses pembuatan diet defisiensi kalsium.....	32



# PENDAHULUAN

Hewan model atau hewan laboratorium adalah hewan yang diperlakukan dan atau dibuat dengan tujuan agar menyerupai atau mirip dengan objek pengamatan sesungguhnya sesuai yang dikehendaki. Dapat diartikan pula bahwa hewan model adalah hewan yang dipelihara dengan tujuan untuk dijadikan model percobaan dan mendapat perlakuan tertentu (uji diet, obat atau bedah) untuk keperluan penelitian yang akan diaplikasikan pada manusia. Pada umumnya hewan model ditujukan untuk kajian fenomena biologis atau medis. Hewan model biasanya dibuat agar dapat menjelaskan atau menggambarkan fenomena biologi dari hewan model tersebut yang mirip dengan suatu spesies tertentu yang akan diamati. Dengan kata lain, hewan model ini dapat menggambarkan kejadian mirip secara biologis dari objek sesungguhnya (manusia atau hewan yang lebih tinggi hierarkinya atau langka) untuk pengamatan yang selanjutnya dapat diasumsikan sama dengan yang terjadi pada objek sesungguhnya. Oleh karena itu, hewan model harus memiliki kemiripan secara anatomi, fisiologi, atau morfologi dengan objek yang akan dikaji.

Pembuatan hewan ini bukan saja untuk mengamati mekanisme biologi atau pengamatan tingkah laku saja, melainkan juga kajian proses fisiologis dan patologis. Menurut Hau and Van Hoosier (2003) hewan model diklasifikasikan menjadi tiga kategori, yaitu:

- a. Hewan model *exploratory* ditujukan untuk memahami mekanisme biologi secara mendasar atau mekanisme yang berasosiasi dengan keabnormalan fungsi biologi.
- b. Hewan model *explanatory* ditujukan untuk memahami suatu proses kejadian atau problem biologi yang kompleks. Biasanya didampingi dengan pendekatan model matematika atau fisika.
- c. Hewan model *predictive* ditujukan untuk menemukan dampak secara kuantitatif dari suatu perlakuan, misalnya efek toksisitas atau suatu senyawa kimia.

## DIET UNTUK HEWAN MODEL

Adapun klasifikasi kondisi buang penyakit hewan model yang dibuat untuk percobaan dapat dikategorikan menjadi:

1. Model percobaan yang diinduksi agar hewan model tersebut mengalami kondisi sakit tertentu
2. Model penyakit genetik
3. Model penyakit transgenik
4. Model penyakit yang mengakibatkan efek negatif
5. Model penyakit orphan

Beberapa hewan yang sering digunakan sebagai model antara lain monyet, tikus, mencit, kelinci, anjing, babi, domba dan kambing. Hewan yang digunakan harus memiliki sarat penting, yaitu salah satunya hewan tersebut mudah berkembangbiak dengan cepat dan beranak banyak agar tidak punah, serta dengan cepat hewan tersebut bukan satwa yang dilindungi atau satwa langka.

Seperti telah dinyatakan di atas bahwa hewan model dapat dibuat dengan cara diinduksi. Salah satu cara untuk membuat hewan model adalah melalui induksi pakan. Mc Donald (2002) menyatakan bahwa Ilmu Nutrisi adalah ilmu yang mempelajari macam nutrien serta mengevaluasi perjalanan dan nasibnya di dalam tubuh. Ransum adalah susunan bahan pakan yang dibuat atau diformulasikan untuk diberikan selama 24 jam. Diet adalah susunan bahan makanan yang dibuat untuk diberikan dengan tujuan tertentu yang positif, seperti untuk menjadikan langsing, bulu halus, sisik berwarna mengkilat, suara yang indah atau untuk hewan model tertentu seperti obes, hiperkolesterol dan defisiensi mineral. Dietetik klinik adalah ilmu yang mempelajari formula makanan atau diet yang dapat menyembuhkan untuk hewan sakit, seperti obesitas, penyakit diabetes, penyakit jantung, penyakit ginjal, penyakit alergi, penyakit obstipasi, penyakit tulang, dan penyakit hati.

Diet dapat dibuat sesuai dengan tujuan pengamatan. Diet hewan model dibuat dan diberikan agar hewan model yang diamati sesuai dengan apa yang diinginkan peneliti dan selanjutnya dapat dievaluasi gangguan dan kelainan serta tingkah laku secara biologis, proses fisiologis dan gangguan pathologis. Banyak bahan baku lokal yang dapat digunakan sebagai materi diet khusus, seperti tanaman herbal untuk pelangsing, protein hewani asal insekta, lemak nabati dan hewani, dan telur sebagai bahan yang kaya nutrien.

Telur merupakan salah satu bahan makanan produk ternak unggas yang lengkap, serbaguna dan mudah tersedia. Telur terdiri atas tiga bagian, yaitu kulit telur (*egg shell*), putih telur (*albumen*), dan kuning telur (*yolk*) dengan struktur dan komposisi kimia yang berbeda (Leeson dan Summer 1991). Perbedaan komponen telur tersebut disebabkan oleh fungsi bagian telur tersebut, jenis dan jumlah nutrien yang dikonsumsi, umur unggas, suhu lingkungan, laju produksi telur, dan penyakit (Coutts dan Wilson 1990). Komposisi kimia telur dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Komposisi kimia bahan telur

Komponen	Kulit	Albumen	Kuning Telur
Berat (g)	6,2	-	18,7
Air (%)	1,6	-	48,7
Padatan(%)	98,4	-	51,3
Protein(%)	3,3	10,6	16,6
Karbohidrat(%)	-	0,9	1,0
Lemak(%)	0,03	-	32,6
Mineral(%)	95,1	0,6	1,1

Sumber: Leeson dan Summer 1991

Kuning telur segar mempunyai kadar air 77,44%, kolesterol 66,12% dari bahan kering, dan  $\beta$ -karoten 0,04% lebih tinggi dibandingkan dengan tepung telur yang mengandung kadar air 4,55%, kolesterol 5,62% dan  $\beta$ -karoten 0,04% (Indratiningsih 1991). Perbedaan ini terjadi karena kolesterol sangat mudah teroksidasi baik oleh sinar, oksigen dan pemanasan, oleh karena itu, akan terbentuk senyawa kolesterol oksida sebanyak 5 buah dan salah satu di antaranya 5,5-epoksida (Morgan dan Armstong 1987). Kuning telur tidak saja sebagai sumber lemak (35%), tetapi juga sebagai sumber protein (15–16%) dan vitamin A (40.000IU per 100 g). Lipid dalam kuning telur tidak bersifat bebas, tetapi terikat dalam bentuk partikel lipoprotein. Lipoprotein kuning telur terdiri atas 85% lemak dan 15% protein. Lemak dari lipoprotein mengandung 20% fosfolipid, 60% trigliserida, 5% kolesterol ester (Burley 1987). Komposisi kimia kuning telur terdiri atas air 48,66%, bahan padatan 51,34%, bahan organik 50,27%, protein 16,58%, lemak 32,62%, karbohidrat 1,07, bahan organik 1,07% (Romanoff dan Romanoff 1983).



Kolesterol kuning telur merupakan komponen lemak yang terdiri dari 65,5% trigliserida, 5,2% kolesterol, dan 28,3% fosfolipid (Sirait 1986). Kolesterol yang terdapat pada kuning telur 84% dalam bentuk bebas dan sisanya dalam bentuk ester. Lebih kurang 20% kolesterol dalam bentuk ester pada telur ayam karena diberikan makanan komersial (Noble 1987). Ayam petelur putih menghasilkan kolesterol telur yang berbeda dibandingkan dengan ayam petelur coklat. Ayam petelur coklat menghasilkan telur dengan kandungan kolesterol 17,08 mg/g atau 308,29 mg/g kuning telur dengan bobot kuning telur 18,05 g, sedangkan untuk ayam petelur putih menghasilkan telur dengan kandungan kolesterol sebesar 17,41 mg/g telur atau sekitar 316,34 mg/g kuning telur dengan bobot kuning telur 18,17g (Han dan Lee 1992). Menurut USDA (2010) beberapa kandungan nutrisi telur segar berbeda dengan tepung telur. Hal ini seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Perbedaan kandungan nutrisi kuning telur segar dan tepung telur

Komposisi	Kuning telur segar	Tepung kuning telur
Kadar air (g)	52,31	2,95
Protein (g)	15,86	34,25
Lemak (g)	26,54	55,80
Karbohidrat (g)	3,59	3,60
Abu (g)	1,71	3,40
Energi (kalori)	322	666
Kolesterol (mg)	1.085	2.052

Sumber: USDA (2010)

Bahan baku lain yang dapat menginduksi kolesterol di tubuh adalah minyak. Minyak kelapa yang mengandung asam lemak jenuh yang tinggi (86%) juga mengandung asam laurat sebanyak 50% dari total asam lemak dan total PUFA hanya sebesar 1,8% (Gervajio 2005). Kehadiran asam lemak tersebut sangat menunjang terjadinya gangguan metabolisme lipida sehingga imbalanced total kolesterol/HDL-kolesterol meningkat. Yu *et al.* (1995) melaporkan bahwa pemberian asam lemak jenuh terutama C12:O, C14:O, dan C16:O pada manusia dapat meningkatkan kolesterol dan LDL-kolesterol serum.

Tabel 3 Profil lipid minyak kelapa dan minyak jagung

Komposisi	Minyak kelapa	Minyak jagung
Asam lemak jenuh (%)	86,50	12,95
Asam lemak tak jenuh (mono,%)	5,80	27,57
Total PUFA (%)	1,80	64,68
Asam linolenat	-	1
Asam linoleat	2	58
Asam oleat	6	28

Sumber: Gervajio (2005)

Pembuatan diet untuk hewan model perlu diketahui terlebih dahulu kebutuhan nutrisi basal untuk dari hewan model yang digunakan akan dipakai. Hal ini penting agar hewan model yang jadi tidak akan mengalami kondisi klinis. Sebagai contoh tabel berikut yang menunjukkan estimasi kebutuhan nutrisi untuk hewan model monyet dan tikus.

Tabel 4 Estimasi kebutuhan nutrisi hewan model *Macaca* pada berbagai status faal

Kebutuhan Nutrisi	Individu		
	Bayi	Muda	Dewasa
Bahan Kering (g/kgBB/hari)	-	22,2	12
Energi(kkal) ME/kgBB/hari)	226	84	42,2
Protein kasar (g/kgBB/hari)	3,8	2,5	<2,6
Ca (%BK)	0,55	0,55	0,55
P (%BK)	0,33	0,33	0,33
Fe (mg/kg)	100	100	100
Vit. A (IU/kg)	5.000	5.000	5.000
Vit. B1 (mg/kg)	1,1	1,1	1,1
Vit. C (mg/kg)	110	110	110

Sumber: NRC (2003)

Khusus untuk *Cynomolgus* atau *Macaca fascicularis* atau yang dikenal dengan monyet ekor panjang, sering digunakan sebagai hewan model penelitian biomedis. Untuk membuat diet sesuai tujuan penelitian, perlu diketahui kebutuhan nutrisi basal monyet ekor panjang tersebut. Adapun kebutuhan nutrisi lengkap dari monyet ekor panjang seperti tercantum pada Tabel 5 di bawah.

Tabel 5 Kebutuhan nutrisi monyet ekor panjang *Macaca fascicularis* dewasa

Zat makanan	Kadar
Protein kasar (%)	8
Serat kasar (%)	2-8
Lemak (%)	5-9
Asam lemak esensial n-3 (%)	0,50
Asam lemak esensial n-6 (%)	2
Ca (%)	0,55
P (%)	0,33
Mg (%)	0,04
Fe (mg.kg <sup>-1</sup> )	100
Mn (mg.kg <sup>-1</sup> )	44
Cu (mg.kg <sup>-1</sup> )	15
Vitamin A (IU.kg <sup>-1</sup> )	10.000-15.000
Vitamin D (IU.kg <sup>-1</sup> )	2.000-9.000
Vitamin K (IU.kg <sup>-1</sup> )	68
Tiamin (mg/kg <sup>-1</sup> )	15-30
Riboflavin (µ/kg <sup>-1</sup> )	25-30
Asam pantotenat (mg.kg <sup>-1</sup> )	20
Niasin (mg.kg <sup>-1</sup> )	50-110
Vitamin B <sub>6</sub> (mg.kg <sup>-1</sup> )	4,40
Biotin (µ/kg <sup>-1</sup> )	100
Folacin (mg.kg <sup>-1</sup> )	1,50
Vitamin B <sub>12</sub> (mg/kg <sup>-1</sup> )	0,011
Vitamin C (mg.kg <sup>-1</sup> )	1-25
Energi (Kal/kg/hari)	72-120

Sumber: NRC (2003)

Demikian juga sama halnya dengan tikus (dengan berbagai galur) yang sering digunakan pada berbagai macam penelitian status gizi, gangguan metabolisme, status hormon atau kajian biomedis untuk obat herbal, perlu diketahui kebutuhan nutrisinya sebelum dilakukan pembuatan diet. Hal ini penting diketahui agar supaya hewan model tidak mengalami gangguan klinis lainnya, selain perlakuan yang diinginkan.

Perlakuan diet yang sering diberikan pada hewan model tikus atau mencit biasanya terkait dengan status lemak, (karbohidrat) protein dan mineral. Tabel 6 menjelaskan kebutuhan nutrient pada tikus sebagai hewan model.

Tabel 6 Kebutuhan nutrien tikus pada berbagai kondisi status faal yang berbeda

Nutrien (g)	Hidup pokok	Tumbuh	Reproduksi
Lemak	50	50	50
Asam Linoleat (n-6)	-	6	3
Protein	50	150	150
- Arginin	-	4,3	4,3
- Histidin	0,8	2,8	2,8
- Isoleusin	3,1	6,2	6,2
- Leusin	1,8	10,7	10,7
- Lysin	1,1	9,2	9,2
- Methionin+sistin	2,3	9,8	9,8
- Threonin	1,8	6,2	6,2
- Triptophan	0,5	2	2
Kalsium	-	5	6,3
Chlor	-	0,5	0,5
Magnesium	-	0,5	0,6
Potasium	-	3,6	3,6
Sodium	-	0,5	0,5

Sumber: NRC (2003) untuk hewan model



# DIET ATHEROGENIK HEWAN MODEL *Macaca fascicularis*

Hewan model semakin banyak digunakan pada penelitian di bidang Biomedis dan Biofarmaka. Untuk menjadikan hewan model khusus yang dapat diinduksi melalui pakan berupa pemberian diet khusus yang sesuai dengan tujuan pengamatan. *Macaca fascicularis* telah banyak digunakan pada penelitian Biomedis sebagai hewan model atherosclerosis. Atherosclerosis adalah suatu penebalan dinding atau penyumbatan pada pembuluh darah arteri besar atau kecil yang diawali dari “*fatty streak*” pada lapisan intima arteri (Sary *et al.* 1994). Diet atherogenik adalah formula makanan yang mengandung lemak jenuh tinggi (**total lemak lebih dari 10%**) dan **kandungan kolesterol sebesar 0,28 mg/kalori energi**. Hewan yang diberi diet atherogenik akan mengalami gangguan yang disebut atherosclerosis. Persyaratan pembuatan diet khusus atherogenik untuk menunjang terbentuknya hewan model menjadi atherogenik perlu mempertimbangkan a) segi kualitas bahan baku, b) dapat dikonsumsi secara aman, c) ketersediaan bahan baku secara kontinu dan d) mempunyai nilai ekonomi. Selama ini diet atherogenik telah banyak dibuat, baik di Indonesia maupun di negara berkembang. Di Amerika dan Eropa diet atherogenik untuk hewan model dibuat dari bahan dasar utama tepung telur atau bahan *crystallin cholesterol* murni. Bahan baku tersebut agak sulit didapatkan di Indonesia dan harganya cukup mahal. Oleh karena itu, perlu ada terobosan baru dengan menggunakan bahan lokal.

Diet atherogenik dapat dibuat dari bahan baku lokal dengan sumber kolesterol berupa kuning telur ayam ras, minyak kelapa yang mengandung asam lemak jenuh yang tinggi (86%) dan lemak sapi (*beef tallow*) yang banyak terdapat di bumi Indonesia serta harganya terjangkau. Bahan baku lain yang digunakan berupa gula, tepung gandum, tepung kedele, serat agar, vitamin, dan mineral untuk menjadikan diet rasional dan memenuhi kebutuhan nutrisi hewan modelnya. Paten internasional untuk diet atherogenik ini sudah banyak diklaim (Yamini *et al.* 2005; Cook *et al.* 2000). Penelusuran paten yang

## DIET UNTUK HEWAN MODEL

menggunakan kombinasi bahan lokal telur, minyak kelapa dan lemak sapi untuk diet atherogenik hingga saat ini belum ditemukan. Oleh karena itu perlu dipatenkan diet dengan menggunakan bahan baku lokal. Buku ini menyajikan teknik pembuatan diet atherogenik berdasarkan hasil kajian penggunaan bahan lokal untuk diet hewan model *Macaca fascicularis* dan dengan hasil yang cukup konsisten.

Penggunaan bahan baku kuning telur segar cukup potensial untuk dijadikan sumber kolesterol pada diet atherogenik karena mengandung 1.085 mg kolesterol (USDA 2010). Satu butir telur mengandung 47% kuning telur dengan kadar air 52%, sehingga pemberian 10% kuning telur dalam diet dapat mengkontribusikan kolesterol sebanyak 105 mg (85%) dari 120 mg total kolesterol yang dibutuhkan dalam diet. Penggunaan bahan lain berupa minyak kelapa yang mengandung asam lemak jenuh tinggi yaitu asam laurat 50% dari total asam lemak (Gervajio 2005) sangat menunjang terjadinya peningkatan kolesterol di darah sekaligus meningkatkan kadar LDL-kolesterol darah. Bahan baku lemak sapi (*beef tallow*) adalah kumpulan lemak subcutan dan jeroan sapi yang diproses dengan cara pemanasan dan dicetak untuk selanjutnya dibekukan. Lemak sapi ini mengandung kadar lemak kasar (ekstrak ether) hingga 90%. Ketiga bahan baku utama pembuat diet atherogenik tersebut sangat mudah didapat di Indonesia dan harganya cukup murah.

## Bahan yang digunakan

Formula diet ini disusun dari 12 bahan baku lokal dan mengandung 15% protein, 49,5% karbohidrat, 20% lemak, 2,5% serat pangan, dan 0,28 mg/kalori kolesterol.



Gambar 1 Minyak jagung

Sumber: <http://www.google>



Gambar 2 Minyak kelapa



Gambar 3 Tallow

## Penyusunan formula

Penyusunan formula diawali dengan proses formulasi yang dibuat berdasarkan perhitungan kandungan nutrisi (hasil analisis proksimat) setiap bahan dan dikalikan dengan jumlah bahan (%) yang akan digunakan. Bahan yang dipilih harus memenuhi kriteria dan kebutuhan nutrisi yang sesuai dengan yang ditetapkan. Bahan harus memiliki sifat atherogenik, bahan utama berkadar lemak tinggi, mudah didapat dan harga terjangkau. Formula seperti pada Tabel 7.

Tabel 7 Formula diet atherogenik

Bahan baku (%)	Bahan Kering	Lemak	Energi.(kal/100g)	Kolesterol(mg)
Tepung gandum	42	1,26	132,86	0
Gula pasir	9	0	36	0
Kuning telur	10	3,2	36	105,80
Lemak sapi	5	5,90	47,64	9,60
Minyak kelapa	8	6,64	70,40	-
Minyak jagung	2	2,0	16,0	-
Tepung maizena	8	0,28	28,95	0
Dedak halus	3	0,02	8,94	0
Tepung kedele	4	0,14	13,30	0
Tepung ikan	5	0,40	15,95	0
Mineral	1	0	0	0
Vitamin	1	0	0	0
Agar	1	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>19,85</b>	<b>406</b>	<b>115,40</b>

Formula: DA Astuti (2012)

## Alat yang digunakan

- a. Timbangan bahan, gelas ukur
- b. Pemanas/kompur
- c. Panci, ketel, pengaduk
- d. *Mixer* kapasitas 10 kg
- e. Plastik dan kertas pembungkus
- f. *Freezer*





Gambar 4 Alat *mixer* saat proses pencampuran bahan  
(Dokumen DA Astuti 2012)

## Proses pembuatan diet atherogenik

Pembuatan diet didahului dengan persiapan bahan baku yang semua didapat dari toko atau pasar lokal di Indonesia. Persiapan diawali dengan penimbangan semua bahan sesuai dengan formula. Pemanasan lemak sapi ditujukan agar dalam pencampuran dengan bahan lain dalam keadaan cair dan mudah. Tepung kedele dipanaskan tanpa minyak (*sangray*) selama 10 menit dengan api kecil dengan tujuan menurunkan aktivitas senyawa antitripsin. Bahan mikronutrien (vitamin, mineral, dan agar) dicampur terlebih dahulu hingga rata baru selanjutnya bahan makronutrien (tepung terigu, gula, maizena, dedak halus, tepung kedele, dan tepung ikan) dicampurkan dalam adonan satu persatu dan diaduk hingga merata. Minyak kelapa, minyak jagung, lemak sapi cair dan kuning telur segar dicampurkan terakhir bersama dengan 20% air matang. Proses pengadukan dengan mixer kapasitas 10 kg berlangsung hingga 30 menit. Setelah adonan tercampur rata dan *kalis*, selanjutnya adonan dicetak bulat seperti bola dengan bobot 100 g/bola dan dikemas dalam plastik kapasitas 2 kg. Diet tersebut disimpan di *freezer* hingga siap diberikan pada hewan model.



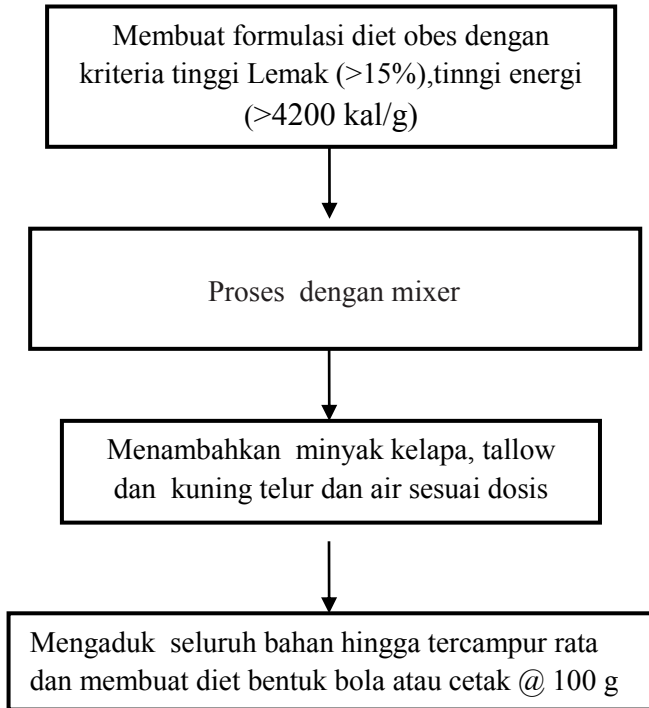
Gambar 5 Tallow yang dilelehkan dan dicampur minyak  
(Dokumen DA Astuti 2012)



Gambar 6 Bentuk diet cetak dan diwarnai  
(Dokumen DA Astuti 2012)



Gambar 7 Produk diet bentuk bola (Dokumen DA Astuti, 2013)



Gambar 8 Proses produksi diet atherogenik

## Uji coba diet pada hewan model *Macaca fascicularis*

Uji coba pada hewan model dilakukan di fasilitas hewan percobaan kandang PSSP- IPB selama 12 bulan. Diet atherogenik yang sudah di *thawing* diberikan pada 24 ekor hewan model *Macaca fascicularis* (jantan dengan rata-rata BB 4–5 kg) secara *ad libitum* yang dipelihara pada kandang individu. Adapun peubah yang diukur adalah bobot badan, absorpsi nutrisi dan profil lipid berupa kadar kolesterol, trigliserida dan HDL serum. Pengamatan pakan dilakukan setiap hari sedangkan pengambilan darah dilakukan setiap 3 bulan sekali. Hasil pengamatan menunjukkan gambaran kenaikan profil lipid yang nyata berbeda antara perlakuan diet atherogenik dan kontrol.



Gambar 9 Kandang individual (0,6 x 0,6 x 0,9 m)  
(Dokumen PSSP 2009)

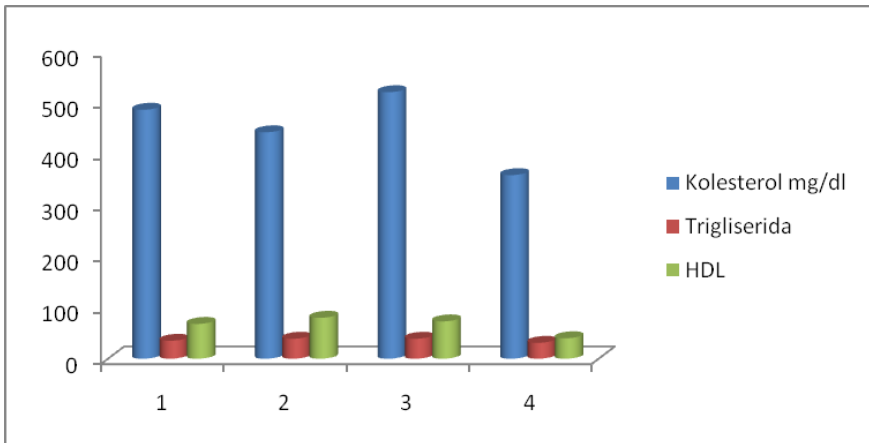
Data konsumsi, pencernaan nutrisi dan profil lipid hewan model yang mendapat diet atherogenik seperti tercantum pada Tabel 8. Hasil uji coba pada hewan model *Cynomolgus* (*Macaca fascicularis*) menunjukkan tingginya konsumsi nutrisi (yang berarti diet cukup palatable) dan nilai pencernaan lemak diet atherogenik yang tinggi pula sehingga berdampak pada tingginya profil kolesterol serum selama pengamatan.

Persen pencernaan lemak dari diet tersebut cukup tinggi dan menghasilkan status kolesterol serum yang tinggi pula, hal ini disebabkan pada diet atherogenik sumber lemak berasal dari bahan baku yang tinggi kolesterol (kuning telur) dan mengandung asam lemak jenuh tinggi (minyak kelapa dan minyak jagung), serta lemak sapi. Diet ini meyakinkan peneliti bahwa empat bahan baku utama (kuning telur, minyak kelapa, minyak jagung dan lemak sapi) yang digunakan dapat menghasilkan status hiperkolesterol (serum kolesterol yang mencapai lebih dari 400 mg/dl) pada hewan model dalam waktu yang cukup lama dan selanjutnya akan berakibat pada terjadinya proses atherosclerosis. Kejadian 20% hewan model yang kurang responsif (Hiporesponden) terhadap diet yang diberikan sudah menjadi pola umum, yang artinya ada gen pengontrol status kolesterol di tubuh yang tidak ekspresi akibat di induksi dengan diet tinggi lemak.

Tabel 8 Data konsumsi dan absorpsi nutrisi dari hewan model yang diberi diet atherogenik

Parameter	Nilai
Konsumsi diet (g/h)	138,92±11,17
Konsumsi protein (g/h)	15,00±1,21
Konsumsi lemak (g/h)	21,98±1,77
Konsumsi karbohidrat (g/h)	57,81±4,65
Konsumsi energi (Kal/h)	5.051,85±406,33
Konsumsi kolesterol (mg/h)	110,79±8,91
- Asam laurat (mg/h)	17,41±1,40
- Asam miristat (mg/h)	8,50±0,68
- Asam palmitat (mg/h)	17,73±1,43
- Asam stearat (mg/h)	9,93±0,80
- Asam oleat (mg/h)	20,53±1,66
- Asam lenoleat (mg/h)	11,03±0,89
Kecernaan bahan kering (%)	82,84±3,41
Kecernaan protein (%)	74,72±4,70
Kecernaan lemak (%)	79,0±3,56
Kecernaan karbohidrat (%)	89,40±2,39

Sumber: DA Astuti *et al.* (2014)



Gambar 10 Profil lipid hewan model yang mendapat diet atherogenik selama 4 trisemester

# DIET HIPERKOLESTEROLEMIA HEWAN MODEL MENCIT

*Swiss Webster*

Diet hiperkolesterolemia yang digunakan pada penelitian di bidang Biomedis dan Biofarmaka makin banyak menggunakan hewan model mencit atau tikus. Uji coba berbagai obat dan jejamuan yang berkhasiat menurunkan kadar kolesterol darah memerlukan hewan model yang hiperkolesterolemia. Salah satu cara untuk menjadikan hewan model tersebut menjadi hiperkolesterolemia adalah melalui perlakuan pemberian diet hiperkolesterol. Bahan baku untuk membuat diet hiperkolesterol harus mempunyai sifat dapat meningkatkan profil lipid tubuh.



Gambar 11 Mencit sebagai hewan model (<http://www.google> diunduh Juni 2014)

## Bahan baku yang digunakan

Pembuatan formula diet hiperkolesterol telah dilakukan dengan melalui uji coba berbagai perbandingan rasio minyak kelapa : kuning telur, mulai dari 2 : 0, lalu 1 : 3, kemudian 1 : 1 dan akhirnya didapatkan formula yang

paling optimum adalah dengan perbandingan 2 : 1. Pada pembuatan diet hiperkolesterolemia untuk mencit hiperkolesterol digunakan 12 macam bahan baku. Bahan baku lainnya sebagai penyeimbang nutrisi yang digunakan tepung jagung, tepung ikan, bungkil kedelai, dan premix. Diet kontrol disusun dari bahan yang sama tetapi kadar lemak dan kolesterol berturut-turut 4% dan 0,052 mg/g diet. Kandungan nutrisi formula diet khusus dari analisis proksimat menunjukkan kadar air 8,38%, protein 23%, lemak 12%, karbohidrat 66%, dan kolesterol sebanyak 0,154 mg/g diet.

## Penyusunan formula

Penyusunan formula diawali dengan menentukan status nutrisi untuk diet hiperkolesterol, yaitu dengan kadar lemak di atas (3 kali) dari kebutuhan normal mencit. Proses formulasi dibuat berdasarkan perhitungan kandungan nutrisi (hasil analisis proksimat) lalu dikalikan dengan jumlah bahan (%) yang akan digunakan. Formula hasil yang dibuat dapat dilihat pada Tabel 9.



Gambar 12 Kuning telur ayam (<http://www.google>)

Tabel 9 Formula diet hiperkolesterol untuk hewan model mencit

Bahan baku	Diet kontrol	Diet hiperkolesterol
Tepung jagung	67	60
Tepung ikan	8	8
Bungkil kedele	20	20
Kuning telur	0	3
Minyak kelapa	2	6
Premix	1	1
NaCl	1	1
CaCO <sub>3</sub>	1	1
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Formula: DA Astuti (2009)

Tabel 10 Komposisi nutrisi diet hiperkolesterol

Nutrien (%)	Diet kontrol	Diet hiperkolesterol
Bahan kering	90,61	91,62
Abu	8,49	7,84
Protein	21,92	23,62
Lemak	4,11	12,05
Karbohidrat	63,09	60,64
Energi (Kal/kg)	3.812	4.421
Kolesterol (mg/g)	0,052	0,154

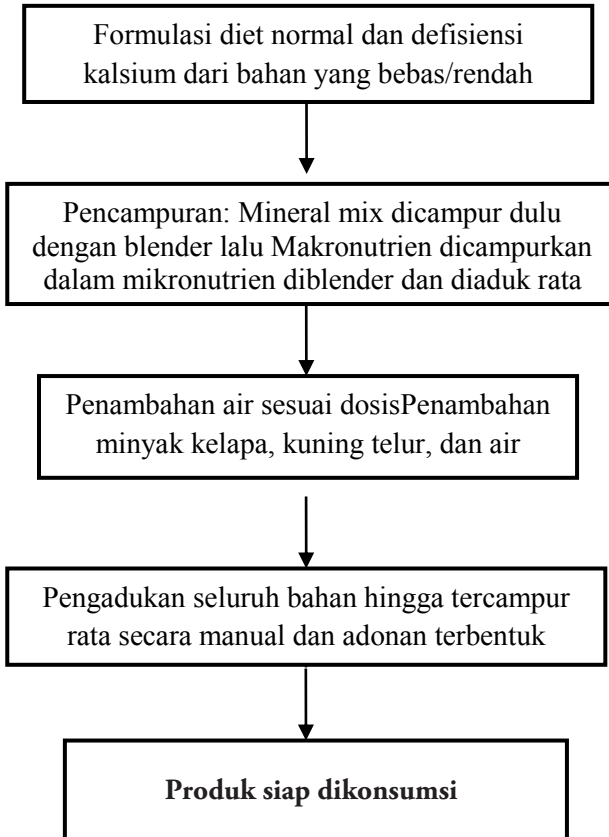
Laboratorium PAU Hayati IPB (2009)

## Alat yang digunakan

- a. Timbangan bahan
- b. Blender
- c. Panci dan pengaduk
- d. Pencetak pelet (gilingan daging, listrik atau manual)
- e. Plastik dan kertas pembungkus
- f. Freezer



## Proses pembuatan diet hiperkolesterol



Gambar 13 Proses pembuatan diet hiperkolesterolemia untuk mencit



Gambar 14 Produk pellet diet hiperkolesterolemia

## Uji coba pada hewan model mencit

Diet ini diuji cobakan pada mencit Swiss Webster umur 3 bulan dengan berat 30 g selama 1 bulan. Parameter yang diamati adalah profil lipida darah berupa kolesterol, trigliserida, HDL-kolesterol dan LDL-kolesterol, serum. Mencit dipelihara dalam kandang individu dan diberi minum *ad libitum*. Darah diambil setiap 10 hari sekali selama sebulan untuk diukur profil lipidanya. Hasil data yang diperoleh diuji dengan T-test untuk setiap waktu pengambilan darah yang berbeda.

Tabel 11 Jumlah konsumsi diet hiperkolesterol pada hewan mencit

Konsumsi (g/e/h)	Diet	
	Diet kontrol	Diet hiperkolesterol
Total diet	10,00	10,00
Protein kasar	2,19	2,36
Lemak kasar	0,41	1,21
BETN	5,61	6,02
Serat pangan	0,70	0,65
Kolesterol	0,01	0,02
Energi	381,20	442,10

Hernawati *et al.* 2013

Hasil menunjukkan adanya peningkatan rata-rata kadar kolesterol serum pada pemberian diet hiperkolesterol sebesar 85% dibandingkan dengan diet kontrol (105 mg/dl), demikian juga efek hari pengamatan yaitu pada hari ke-0 (99 mg/dl) dan setelah 30 hari mendapat diet hiperkolesterol kadar kolesterol serum menjadi 199 mg/dl. Kadar trigliserida setelah pemberian diet hiperkolesterol selama 30 hari relative konstan yaitu berkisar antara 72–90 mg/dl. Kadar LDL-kolesterol meningkat dengan pemberian kadar kolesterol yang tinggi pada diet hiperkolesterol yaitu menjadi 97 mg/dl, dibandingkan pada diet kontrol sebesar 37 mg/dl. Pemberian diet hiperkolesterol dapat meningkatkan bobot badan pada hari ke-30 sebesar 17,75%. Terdapat interaksi antara lamanya waktu pemberian diet hiperkolesterol dengan kadar lemak diet, semakin lama waktu pemberian diet dan asupan diet hiperkolesterol yang semakin tinggi akan menghasilkan bobot badan mencit yang semakin meningkat dan cenderung obes.

Tabel 12 Konsentrasi kolesterol total serum mencit jantan (mg/dL) yang diberi diet hiperkolesterol

Hari ke-	Diet	
	Diet kontrol	Diet hiperkolesterol
0	95,59±8,85	99,57±15,50
10	100,79±9,76	131,75±8,25
20	106,44±12,84	167,91±15,59
30	105,93±12,07	199,24±14,85

Hernawati *et al.*, (2013)

Tabel 13 Rerata konsentrasi LDL mencit jantan (mg/dL) yang diberi diet hiperkolesterol

Hari ke-	Diet	
	Diet kontrol	Diet hiperkolesterol
0	25,73±8,09	24,24±2,45
10	24,47±9,82	54,83±10,76
20	30,57±9,56	91,88±15,26
30	37,33±7,55	97,37±5,50

Hernawati *et al.*, (2013)

Kesimpulan bahwa diet hiperkolesterol berbahan minyak kelapa dan kuning telur ayam perbandingan 2:1 dapat meningkatkan profil lipid darah sesuai dengan hewan model hiperkolesterol dalam waktu sebulan. Mencit yang diberikan diet hiperkolesterol mempunyai bobot badan nyata lebih tinggi sebesar 17,75% dibandingkan dengan kelompok yang diberi diet kontrol.

# DIET OBES PADA HEWAN MODEL *Macaca fascicularis*

Gaya hidup manusia modern dengan berbagai jenis makanan siap saji yang mengandung kalori tinggi dan didukung dengan aktivitas yang menurun karena banyaknya kemudahan dalam berbagai kegiatan mengakibatkan terjadinya masalah obesitas. Penyakit obesitas adalah salah satu gejala yang menuju pada gangguan metabolisme yang serius, seperti diabetes. Untuk mengatasi masalah obes, diperlukan kajian Biomedis tentang faktor pencegahan, perlakuan obat-obatan atau herbal untuk menormalkan kembali kondisi tubuh. Hewan model obes diperlukan untuk kajian tersebut. Pembuatan hewan model obes dapat dilakukan melalui induksi pemberian diet yang tinggi energi. Beberapa bahan makanan yang mengandung energi tinggi antara lain seperti terlihat pada Tabel 14.

Tabel 14 Kandungan *gross energi* dari beberapa bahan makanan

Bahan makanan	<i>Gross energi</i> (Kal/kg)
<i>Tallow</i> (lemak hewan)	9.000 <sup>1</sup>
Minyak goreng	8.000 <sup>2</sup>
Gula	4.500 <sup>3</sup>
Tepung maizena	3.620 <sup>3</sup>
Kuning telur	3.610 <sup>1</sup>
Gandum	3.163 <sup>4</sup>

Sumber: 1 NRC (1994), 2 Winarno (1999), . Riana (2000), 4 Bogasari (1999)



Gambar 15 Macaca *fascicularis* sebagai hewan model (<http://www.google>)

## Bahan baku yang digunakan

Dua macam perlakuan yaitu formula diet obes yang mengandung energi 4.207 kal/g bersumber dari bahan *tallow*, kuning telur dan gandum, dan diet kontrol berupa *monkey chow* dengan energi 4,330 kal/g. Kandungan nutrisi pada masing-masing diet dapat dilihat pada Tabel 14. Untuk pengkayaan diet (*environmental enrichment*) setiap macaca diberikan secara bergantian buah apel, jeruk, pepaya, dan jambu dengan bobot 10 g/ekor/hari yang telah dibekukan dan diberikan dalam bentuk beku. Satu buah pisang dengan bobot kurang lebih 70 g/ekor/hari sebagai diet tambahan. Pemberian air minum diberikan *ad libitum*.



Gambar 16 Bahan baku tepung gandum sebagai sumber karbohidrat (<http://www.google> diunduh Juni 2014)

## Penyusunan formula diet obes

Tabel 15 Komposisi diet obes untuk *Macaca fascicularis*

Bahan Pakan	Diet obes
Gandum (%)	42,00
Minyak goreng (%)	9,00
Gula (%)	9,00
Tallow(%)	6,00
Tepung maizena (%)	8,00
Tepung ikan (%)	5,00
Bungkil kedelai (%)	4,00
Dedak padi (%)	3,00
Agar-agar (%)	1,00
CMC ( <i>carboxymethyl cellulose</i> ) (%)	1,00
Mineral mix (premix) (%)	1,00
Mineral (%)	1,00
Kuning telur (%)	10,00

Oktarina dan DA Astuti (2008)

Tabel 16 Kandungan nutrisi diet obes dan kontrol (*monkey chow*)

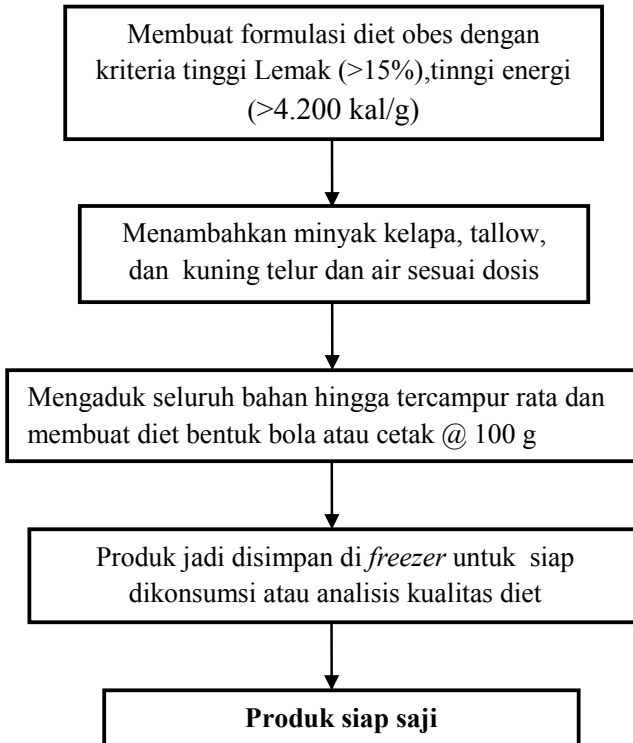
Kandungan nutrisi	Diet obes	Diet kontrol
Bahan kering (%)	70,18	92,75
Protein (%)	15,01	29,39
Lemak (%)	<b>19,62</b>	5,55
Serat kasar (%)	1,14	6,02
<i>Gross energi</i> (kal/g)	<b>4207</b>	4330
BETN (%)	<b>60,34</b>	51,38

Keterangan: Diet kontrol= *monkey chow*; BETN= bahan ekstrak tanpa N.  
Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan IPB 2008.

## Alat yang digunakan

- a. Timbangan bahan, gelas ukur
- b. Pemanas/kompor
- c. Panci, ketel, pengaduk
- d. *Mixer* kapasitas 10 kg
- e. Plastik dan kertas pembungkus
- f. *Freezer*

## Proses pembuatan diet obes



Gambar 17 Proses pembuatan diet obes untuk *Macaca fascicularis*

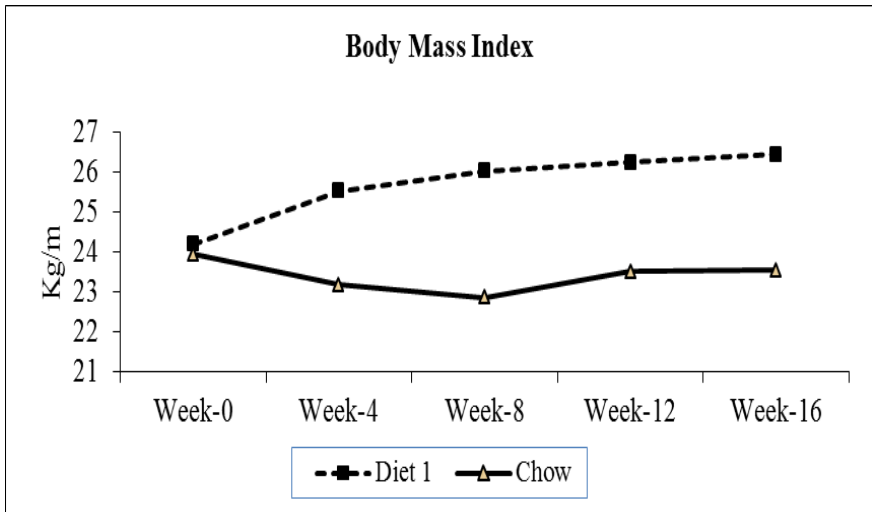
## Uji pada hewan model *Macaca fascicularis*

Diet obes yang telah dibuat diuji cobakan pada hewan model *Macaca fascicularis* dengan dibandingkan diet *monkey chow* selama kurang lebih 4 bulan pengamatan. Pertambahan bobot badan, konsumsi nutrient, dan nilai absorpsi lemak menjadi focus utama. Delapan ekor monyet *Macaca fascicularis* digunakan dalam kajian diet ini dengan mengkonsumsi dua jenis diet, yaitu formula diet obes (energi 4.207 kal/g yang bersumber dari *tallow*, kuning telur, dan gandum), dan diet kontrol (*monkey chow* energi 4.330 kal/g).

Tabel 17 Profil lipid *Macaca fascicularis* yang diberi diet obes selama 16 minggu

No Totto	Diet	Awal			Minggu ke 16		
		TPC	TG	HDL	TPC	TG	HDL
C0844	obes	119	95	88	193	44	51
C0847		148	25	105	646	82	15
C7236		158	96	92	439	98	104
9458		142	110	78	538	93	45
9677		105	51	63	402	26	19
<b>Rataan</b>		<b>134</b>	<b>75</b>	<b>85</b>	<b>443</b>	<b>68</b>	<b>46</b>
C0629	Monkeychow	132	87	101	169	28	42
C1233		145	84	91	113	63	31
T2858		126	47	52	112	21	34
7741		143	86	84	208	60	64
4674		186	100	99	114	77	44
<b>Rataan</b>		<b>146</b>	<b>80</b>	<b>85</b>	<b>143</b>	<b>49</b>	<b>41</b>

Sumber : Oktarina *et al.*, 2008 ; Suparto *et al.*, (2010); TPC = total plasma kolesterol; TG = trigliserida



Gambar 18 Kenaikan BMI pada hewan model yang mendapat diet atherogenik

(Oktarina *et al.* 2008; Suparto *et al.*, 2010))



Rataan konsumsi bahan kering hewan model yang diberi diet obes selama penelitian sudah melebihi kebutuhan per hari. Konsumsi bahan kering kelompok diet obes adalah sebesar 90 g/ekor/hari dan positif dapat menyebabkan obesitas pada *Macaca fascicularis* (Oktarina *et al.* 2008). Hasil kajian ini lebih baik dibandingkan dengan yang dilaporkan Astuti *et al.* (2007) bahwa konsumsi bahan kering *Macaca fascicularis* yang mendapat pakan formula obes (lemak 8,10%, BETN 50,57%, dan energi 3.570 kal/g) adalah 108 g/ekor/hari, dan baru cenderung menyebabkan obesitas (BMI < 25). Konsumsi lemak, pada kelompok hewan yang mendapat perlakuan diet obes ternyata enam kali lipat dibandingkan dengan kelompok diet kontrol. Tingginya konsumsi lemak pada kelompok diet obes nyata berpengaruh terhadap penambahan bobot badan. Selama penelitian 16 minggu hewan model pada kelompok diet obes mengalami peningkatan bobot badan tiap empat minggu pengukuran sebanyak 9,7%. Sumber energi pada formula diet obes berasal dari karbohidrat dan lemak. Lemak merupakan salah satu sumber energi yang disimpan dalam jaringan lemak dengan bentuk trigliserida. Penggunaan lemak tinggi dan karbohidrat sebagai sumber energi diharapkan dapat mendeposisikan lemak tubuh pada hewan model lebih efektif. Hasil kajian ini diperkuat dengan data pencernaan diet obes yang menunjukkan nilai serapan lebih dari 95%, yang artinya kualitas diet obes yang dibuat sangat menunjang proses obesitas pada hewan model yang diuji.

# DIET DEFISIENSI KALSIMUM

## HEWAN MODEL TIKUS *Rattusnovergieus*

Kasus osteoporosis, penurunan produksi dan kualitas telur, penurunan produksi susu dan masalah gangguan penyerapan kalsium sering terjadi baik pada manusia maupun ternak produktif. Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian mekanisme penyerapan kalsium pada objek hewan model dengan berbagai perlakuan seperti pemberian herbal berkalsium tinggi (umbi dahlia), pemberian nano kalsium dan pengujian produk inulin dan *chicory*. Untuk melakukan pengujian terhadap mekanisme penyerapan kalsium dalam tubuh maka diperlukan hewan model dengan status defisiensi kalsium, agar dihasilkan informasi besaran/efektivitas penyerapan dari bahan uji secara akurat. Tikus sebagai hewan model memerlukan 0,50–0,60 % kalsium dalam dietnya untuk dapat tumbuh normal (NRC 2003), sedangkan diet defisiensi kalsium dibuat 50% lebih rendah dari kebutuhan normal.

Hewan model defisiensi kalsium dapat dibuat dengan cara diinduksi melalui diet khusus yang bebas kalsium atau rendah kalsium. Mineral mix tersebut dapat dibuat sedemikian sehingga sangat sedikit mengandung kalsium (digantikan dengan bahan tepung rendah kalsium). Campuran mineral rendah kalsium tersebut ditambahkan pada diet yang berbahan baku rendah kalsium dan sebaiknya bentuk purified diet. Purified diet adalah diet yang dibuat dari bahan baku murni dengan kualitas yang lebih konstan (NRC 2003). Komposisi campuran mineral tanpa kalsium (sumber kalsium  $\text{CaCO}_3$ ) dalam 5.000 mg adalah  $\text{NaCl}$  (697 mg),  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (195 mg),  $\text{MgSO}_4$  (287 mg), tepung maizena (filler pengganti  $\text{CaCO}_3$ , 191 mg),  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (135 mg),  $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (20 mg),  $\text{KI}$  (94 mg),  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (3 mg),  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (2 mg),  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (1 mg).



Gambar 19 Tikus putih sebagai hewan model (<http://www.google> diunduh Juni 2014)

## Bahan yang digunakan

Bahan baku yang digunakan untuk diet defisiensi kalsium ini terdiri dari bahan murni sejumlah sepuluh macam dan yang ada dipasaran, seperti tepung beras, casein, glukosa, minyak sayur (Tabel 16). Purified diet defisiensi kalsium dibuat dan dibandingkan dengan diet normal, yaitu diet yang kadar kalsiumnya sesuai dengan rekomendasi NRC (2003) untuk tikus tumbuh normal. Hasil analisis ke dua diet tersebut sama-sama mengandung 17% protein kasar, serat kasar yang rendah (kurang dari 0,5%) dan mengandung lemak kurang dari 4%, serta kadar kalsium untuk diet normal (0,60%) dan diet defisiensi kalsium mengandung 0,40% kalsium.

## Penyusunan formula

Diet disusun dari bahan murni (*purified diet*) dengan kandungan kalsium 50% lebih rendah dibandingkan dengan kebutuhan normal. Mineral mix yang digunakan harus bebas/rendah kalsium (formula khusus). Komposisi formula diet defisiensi kalsium seperti pada Tabel 18.

Tabel 18 Komposisi dan kandungan nutrisi diet normal dan defisiensi kalsium untuk tikus *Rattus norvegicus*

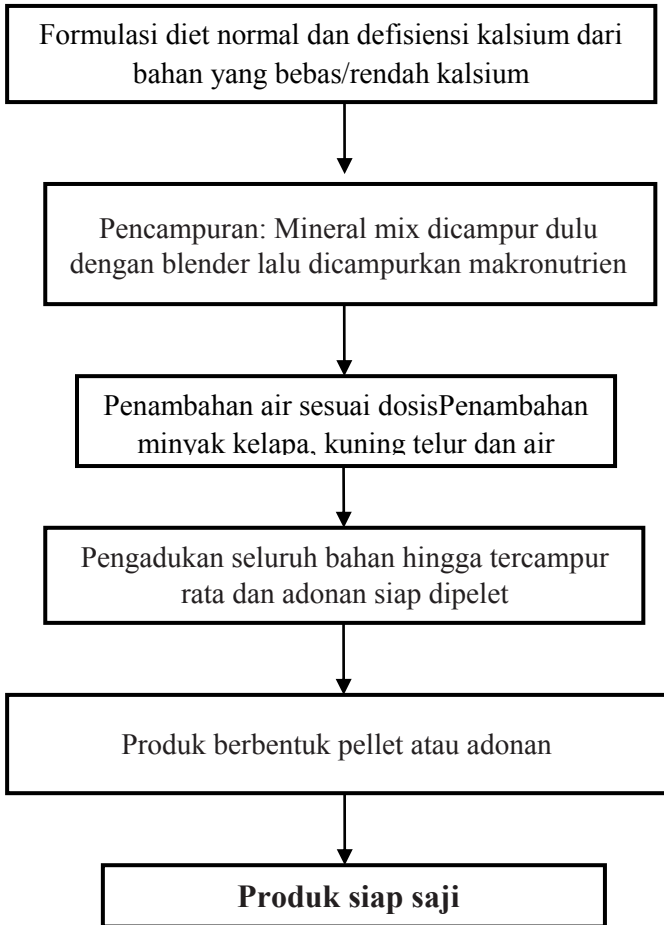
Komposisi*	Normal (%)	Def. kalsium (%)
Tepung beras	25	25
Kasein	18	18
Minyak jagung	3,50	3,50
Glukosa	49	49
DL-Methionin	0,30	0,30
Carboxymethyl cellulose	3	3
Mineral mix kalsium	0,50	0
Mineral tanpa kalsium	0	0,50
Vitamin mix	0,50	0,50
NaCl	0,20	0,20
TOTAL	100	100
Proksimat analisis **		
Bahan kering (%)	76,89	77,31
Protein kasar (%)	17,78	17,90
Serat kasar (%)	0,44	0,49
Lemak kasar (%)	3,11	3,07
Kalsium (%)	0,60	0,40
Phospor (%)	0,20	0,20

\*) Formula: DA Astuti (2013); \*\* Analisis Laboratorium Teknologi Pakan Dept. INTP

## Alat yang digunakan

- a. Timbangan bahan
- b. Gelas ukur
- c. Baskom plastic dan pengaduk
- d. Blender
- e. Plastik dan kertas pembungkus
- f. Freezer

## Proses pembuatan



Gambar 20 Proses pembuatan diet defisiensi kalsium

## Uji coba pada hewan model tikus *Rattusnovergieus*

Hasil hewan model yang diinduksi diet defisiensi kalsium adalah *Rattusnovergieus* sebanyak 10 ekor umur 12 bulan yang dibagi dalam dua perlakuan yaitu diet normal dan diet defisiensi kalsium.

Tabel 19 Konsumsi nutrejin dan neraca kalsium pada hewan model tikus *Rattusnovergieus*

Parameter	Normal	Def. kalsium
Konsumsi pakan (g/h)	7,99	7,88
Konsumsi kalsium (g/h)	0,05	0,03
Absorpsi kalsium (g/h)	0,044	<b>0,028</b>
Kalsium plasma (mg%)	11,60	<b>7,72</b>

Sumber: Zermeis (2014)

Hasil kajian pada hewan model tikus *Rattusnovergieus* yang diberi diet defisiensi kalsium (50% lebih rendah dari kebutuhan normal) menunjukkan bahwa hewan posif mengalami rataan konsumsi kalsium dan absorpsi kalsium sebesar 40% lebih rendah dibandingkan hewan yang diberi diet normal. Kondisi ini masih dalam pantauan tidak klinis, hal ini dibuktikan dari gambaran hematologi darah masih dalam kisaran normal dan kadar kalsium plasma masih normal

Kadar kalsium plasma pada tikus yang normal adalah 13,60 mg% (Ringler dan Dabich 1979). Kadar kalsium hewan model yang mengalami defisiensi kalsium akibat diinduksi diet defisiensi kalsium mengalami penurunan 34% dibandingkan kontrolnya, tanpa menunjukkan gejala klinis (dari data hematologi dan pola makan). Hal ini menunjukkan bahwa diet yang dibuat telah berhasil menjadikan hewan model mengalami defisiensi kalsium dalam waktu satu bulan perlakuan dan siap untuk dipergunakan sebagai hewan model pemberian perlakuan senyawa aktif (inulin, chicory atau umbi dahlia, dan daun singkong), herbal atau obat-obatan yang dapat meningkatkan penyerapan kalsium.



# DAFTAR PUSTAKA

- Astuti DA, D Sajuthi, IH Suparto, J Kaplan, S. Appt, TB Clarkson, 2014. The Development of Diet to Induce Atherogenic Lipid Profiles for Cynomolgus Monkeys in Their Country of Origin. *World Journal Agricultural Research*. vol 2(5): 247–251
- Astuti, DA, Irma H. Suparto, Dondin Sajuthi, I Nengah Budiarsa. 2009. Nutrient Intake and Digestibility of Cynomolgus Monkey (*Macaca Fascicularis*) Fed With High Soluble Carbohydrate Diet: *A Preliminary Study*. *Hayati J. of Bioscience*. Vol 16(4):147–150 ISSN 1978-3019
- Astuti DA, Suparto IH, Sajuthi D, Budiarsa IN. 2007. Nutrient Intake and Digestibility of Cynomolgus Monkey (*Macaca fascularis*) Fed with Obese Diet Compare to *Monkey chow*. Bogor: International Symposium on Food Security Agricultural Development and Enviromental Conservation in Southeast and East Asia: Bogor, 4–6.2007.
- Burley RW. 1987. Recent advances in the chemistry of egg yolk. *CSIRO Food Res Quaterly* 35: 1–5.
- Coutts JA dan Wilson. 1990. Egg Quality Handbook. 1<sup>st</sup> edition. Brisbane: Queensland Departemen of Primary Industries.
- Hernawati, W. Manalu, A. Suprayogi, DA Astuti, 2013. Suplementasi Serat Pangan karagenan dalam Diet untuk memperbaiki parameter Lipid darah mencit Hiperkolesterolemia. *J. Makara: seri kesehatan*. Vol 17 (1): 1-9. ISSN 1693-6728
- Indratiningsih. 1991. Kandungan kolesterol bubuk telur pada perbedaan metode pembuatannya. *Bull Peternakan UGM*. hlm. 31–47.
- Irma Suparto, Ria Oktarina, DA Astuti, SS Mansjoer, Dondin Sajuthi. 2010. Profil Lipid Darah pada Monyet Ekor Panjang (*Macaca Fascicularis*) yang Diinduksi Diet Tinggi lemak. *J. Primatologi Indonesia*. Vol. 7(1):16–20 ISSN 1410-5373



- Jann Hau, Jr Van Hoosier GL. 2003. Handbook of Laboratory Animal Science. Second Ed. Vol II: Animal Models. CRC Press Washington DC. Pp 1-3.
- Leeson S, Summers JD. 1991. Commercial Poultry Nutrition. Canada: University Books Published.
- McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh J.F.D, Morgan CA. 2002. *Animal Nutrition*. 6<sup>th</sup> Ed. London: Prentice Hall.
- Morgan JH, Armstong DJ. 1987. Formation of cholesterol-5,5 epoxides during spray drying of egg yolk. *J Food Sci* 52: 1224–1227.
- National Research Council. 2003. Nutrient Requirement Cumsumtion of Nonhuman Primate. Ed 2<sup>nd</sup> Rev. Washington DC: The National Academic Press.
- Noble RC. 1987. Egg lipids. Dalam Egg Quality-Current Problems and Recent Advances. Wells RG dan Belyavin CJ editor. London. Butterworths.
- Ria Oktarina. 2008. Kajian Pakan Bersumber Energi Tinggi Pada Pembentukan Monyet Obes. Bogor: Sekolah Pascasarjana IPB.
- Romanoff AL, Romanoff AJ. 1983. The Avian Egg. 2<sup>nd</sup> edition. New York: John Willey & Sons Inc.
- Sirait CH. 1986. Telur dan Pengelolaannya. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan Bogor.
- Sary HC, Chandler AB, Glagov S, Guyton JR, Insull, Jr Rosenfeld ME, Schaffer SA, Schwartz CJ, Wagner WD, Wissler RW. (1994). A definition of initial, fatty streak, and intermediate lesions of atherosclerosis. A report from the Committee on Vascular Lesions of the Council on Arteriosclerosis, American Heart Association. *Circulation* **89**, 2462-2478.
- Zermeis S, Mulyati. 2014. Neraca Kalsium Pada Hewan Model Tikus Putih Kondisi Defisiensi Kalsium. Skripsi Fakultas peternakan IPB

# BIODATA PENULIS



Prof. Dr. Dewi Apri Astuti, MS, lahir di Bogor pada tanggal 5 Oktober 1961. Penulis lulus sebagai Sarjana Peternakan dari Fakultas Peternakan UGM pada tahun 1984. Pada tahun 1988 penulis menyelesaikan pendidikan magister (S-2) dalam bidang Ilmu Nutrisi Ternak dari Fakultas Pascasarjana IPB dan melanjutkan program S-3 pada tahun 1991

hingga memperoleh gelar Doktor bidang Fisiologi Nutrisi pada tahun 1995 dari perguruan tinggi yang sama. Penulis bekerja sebagai dosen di Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan IPB dengan mata kuliah yang diajarkan antara lain Analisis Mutu Kimia Pangan (untuk D-3), mata kuliah Fisiologi Nutrisi Pengantar Ilmu Nutrisi dan Dietetik klinik (untuk S-1), mata kuliah Bioenergetika Ternak dan Nutrisi Vitamin, Nutrisi Satwa Primata dan Mineral (untuk S2-) dan Regulasi Nutrisi (untuk jenjang S-3). Penulis pernah mendapat training khusus tentang pembuatan diet untuk hewan model di laboratorium dietetic for Non Human Primate Wake Forest University North Caroline USA pada tahun 2012 dan mendapat training Animal Welfare di Kasetsart University, Bangkok Thailand pada tahun 2011. Saat ini penulis diberi amanah sebagai peneliti di Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan Fakultas Peternakan dan peneliti di Pusat Study Satwa Primata IPB.

