

4

Volume 28 No. 2
Desember 2004
ISSN 0216-9363

Media GIZI & KELUARGA



(The Indonesian Journal of Community Nutrition and Family Studies)
Diterbitkan oleh Departemen Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga
Fakultas Pertanian - Institut Pertanian Bogor

- Pemimpin Umum/ : Ketua Departemen GMSK
Penanggung Jawab : Fakultas Pertanian – IPB
Ketua Redaksi : Dr.Ir. Ahmad Sulaeman, MS
Sekretaris Redaksi : Leily Amalia Furkon, STP, MSi
Anggota Redaksi : Prof. Dr. Ir. Ali Khomsan, MS
Dr.Ir. Ujang Sumarwan, MSc
Dr.Ir. Hadi Riyadi, MS
Ir. Dodik Briawan, MCN
Dr.Ir. Euis Sunarti, MS
Dr.Ir. Evy Damayanthi, MS
- Setting : Leily Amalia Furkon, STP, MSi
Penerbitan : dua kali setahun (Juli & Desember)
Langganan : Rp. 50.000,- per tahun
Rek. No. 016.0083713
A.n. Leily Amalia/Media Gizi
Bank Syariah Mandiri
Kantor Kas Darmaga-Bogor
- Alamat Redaksi : Departemen Gizi Masyarakat dan
Sumberdaya Keluarga (GMSK)
Fakultas Pertanian – IPB
Kampus Darmaga – Bogor
Telp. (0251) 621258
Fax. (0251) 622276
E-mail: leilyamalia@yahoo.com,
asulaema@hotmail.com

Media Gizi & Keluarga merupakan majalah ilmiah mengenai kajian pangan, gizi, keluarga dan konsumen. Diterbitkan oleh Departemen GMSK, Fakultas Pertanian-IPB dan telah terakreditasi oleh Ditjen Dikti. Redaksi menerima sumbangan naskah ilmiah di bidang kajian tersebut di atas. Pedoman penulisan dapat dilihat pada halaman sampul belakang bagian dalam. Artikel Media Gizi & Keluarga dapat dikutip dengan menyebutkan sumbernya.

PENGARUH STEROL LEMBAGA GANDUM
(*Triticum sp.*) TERHADAP PROFIL LIPIDA DARAH TIKUS

(The Effect of Wheat Germ Sterol on Blood Lipid Profile of Mice)

Sri Anna Marliyati¹, Hidayat Syarie¹, Deddy Muchtadi², Latifah K. Darusman³,
Rimbawan¹, dan Bambang Pontjo Priosoerjanto⁴

ABSTRACT. The role of fitosterol in preventing cholesterol absorption and reducing atherosclerosis risk has been reported. This research was conducted to evaluate the effect of wheat germ sterol on the concentration of total cholesterol, LDL, HDL, triglycerides, and lesion formation in mice. In this research work, Sprague Dawley mice at the age of 2 months (productive age) were used. A random block design was employed with the following treatment on each experimental unit: Po (basal diet, negative control), P1 (basal diet with cholesterol added, positive control), P2 (basal diet with cholesterol and ground wheat germ added), P3 (basal diet with cholesterol and wheat germ oil added), P4 (basal diet with cholesterol and wheat germ sterol added), and P5 (basal diet with cholesterol and wheat germ sterol-supplemented margarine). Each mouse was designed to intake 0.0343 g of sterol daily, except those of negative control (Po) and positive control (P1). In order to increase cholesterol concentration in blood serum of mice, 20 mg/kg-body weight per day of propylthiourasil (PTU) was added into each diet. A set of tests was carried out to observe the concentrations of total cholesterol, LDL, HDL, and triglycerides in blood serum of test animals, and mouse aorta micrographs. Results showed that wheat germ sterol could prevent the increase of cholesterol in the blood of mice. Feeding with sterol (P4) or sterol-supplemented margarine (P5) prevented the increase of total cholesterol after 1 month of experimentation, however, only P4 sustained the same condition after 2 months of experimentation. Feeding with wheat germ sterol (P4) was also the only treatment that prevented the increase of LDL cholesterol after 2 month of experimentation, and it was not different significantly with negative control (Po). Results of experimentation also showed that the concentration of HDL in serum blood of mice was not affected by wheat germ sterol. Unsurprisingly, there was no lesion of atherosclerosis observed in all treatments used in this research. This result confirmed that mouse is resistant to atherosclerosis.

Keywords: wheat germ sterol, mouse, total cholesterol, LDL, HDL, triglycerides, atherosclerotic lesions

PENDAHULUAN

Sterol tanaman (fitosterol) merupakan komponen yang telah terbukti dapat menghambat penyerapan kolesterol dan menurunkan kadar kolesterol darah, baik pada penelitian menggunakan subyek manusia maupun menggunakan hewan percobaan. Penelitian Thomsen *et al.* (2004) menunjukkan bahwa pemberian sterol tanaman (sterol minyak kedelai)

yang dilarutkan dalam minyak kemudian dimasukkan ke dalam susu rendah lemak dapat menurunkan kadar kolesterol LDL sebesar 7,13% dan 9,59% masing-masing pada kelompok perlakuan rendah sterol dan tinggi sterol.

Lembaga gandum sebagai salah satu produk samping pengolahan tepung terigu, merupakan sumber sterol tanaman yang sangat potensial. Kandungan sterolnya cukup tinggi yaitu sebesar 1,3-1,7% pada minyak lembaga gandum dibandingkan beberapa minyak nabati sumber sterol lain seperti minyak kedelai (0,15-0,38%), minyak zaitun (0,23-0,31%) dan minyak dedak (0,75%) (Formo *et al.* 1979). Data dari SibTar

¹ Staf Pengajar Dept. GMSK, Faperta IPB

² Staf Pengajar Dept. TPG, Fateta IPB

³ Staf Pengajar Dept. Kimia, F-MIPA IPB

⁴ Staf Pengajar Dept. Patologi dan Parasitologi, FKH IPB

Company (1999) menunjukkan pula bahwa lembaga gandum mengandung sterol cukup tinggi, yaitu sebesar 4,3%.

Sterol lembaga gandum telah berhasil diekstrak dengan rendemen sebesar 6,06–11,70% terhadap minyak lembaga gandum. Uji biologis untuk mengetahui pengaruh sterol lembaga gandum terhadap lipida darah kelinci menunjukkan bahwa pemberian margarin yang disuplementasi sterol lembaga gandum setiap hari hanya efektif mencegah perubahan kolesterol sampai satu bulan percobaan, sedangkan dalam bentuk ekstrak sterol dapat mencegah perubahan kolesterol sampai dua bulan percobaan. Selain itu sterol dalam bentuk ekstraknya lebih efektif dalam mencegah peningkatan kadar kolesterol kelinci dibandingkan perlakuan lainnya (pemberian minyak lembaga dan lembaganya).

Menurut Katan dan Beynen (1987) serta McNamara *et al.* (1987), manusia menunjukkan variasi yang besar terhadap asupan kolesterol pada kadar kolesterol plasmanya. Demikian pula berbagai spesies hewan menunjukkan perbedaan yang besar pada kadar kolesterolnya jika diberi pakan yang mengandung kolesterol. Menurut Kovanen *et al.* (1981), kelinci NZW (*New Zealand White*) sangat sensitif terhadap asupan kolesterol dan akan terakumulasi dalam jumlah besar di dalam plasmanya. Sementara menurut Spady dan Cuthbert (1992), tikus yang diberi pakan tinggi kolesterol sangat tahan terhadap terjadinya hiperkolesterolemia.

Berdasarkan hal di atas pada penelitian ini dilakukan uji coba pemberian sterol lembaga gandum pada hewan percobaan tikus. Sterol lembaga gandum diberikan dalam bentuk lembaga utuh, minyak lembaga, ekstrak sterol dan margarin yang disuplementasi sterol lembaga gandum. Diharapkan dapat diketahui seberapa besar potensi sterol lembaga gandum dalam menghambat penyerapan kolesterol dan bentuk produk yang efektif dalam membantu mencegah aterosklerosis.

METODE PENELITIAN

Uji Biologis untuk melihat pengaruh sterol lembaga gandum terhadap profil lipida darah tikus dilakukan di Laboratorium Percobaan Hewan Pusat Penelitian dan Pengembangan Gizi dan Makanan—Departemen Kesehatan

Bogor, demikian pula pembuatan pakannya. Analisis histopatologi dilakukan di Laboratorium Patologi Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan unit percobaan tikus yang diberi perlakuan sebagai berikut :

- P0 = Ransum basal (Kontrol Negatif)
- P1 = Ransum basal + Kolesterol (Kontrol Positif)
- P2 = Ransum basal + Kolesterol + Lembaga Gandum Giling
- P3 = Ransum basal + Kolesterol + Minyak Lembaga Gandum
- P4 = Ransum basal + Kolesterol + Ekstrak Sterol Lembaga Gandum
- P5 = Ransum basal + Kolesterol + Margarin berisi sterol Lembaga Gandum

Model matematika dari rancangan yang digunakan adalah :

$$Y_{ij} = \mu + R_i + e_{ij}$$

Dimana :

Y_{ij} = peubah respon

μ = rata-rata

R_i = pengaruh jenis margarin ke- i
(1,2,3,4,5,6)

1 = P0 (Kontrol Negatif)

2 = P1 (Kontrol Positif)

3 = P2

4 = P3

5 = P4

6 = P5

e_{ij} = pengaruh galat

Data yang diperoleh yaitu data bobot badan tikus, data jumlah konsumsi ransum, kadar kolesterol total, LDL, HDL dan Trigliserida serum darah kelinci diuji keragamannya dengan analisis ragam (ANOVA), kemudian untuk melihat perlakuan yang berpengaruh nyata dilakukan analisis Duncan. Data pembentukan plak aterosklerosis yaitu berupa penampakan arteri tikus dianalisis secara deskriptif dengan cara membandingkan perlakuan dengan kontrol, sedangkan lesi aterosklerosis yaitu berupa ketebalan sel busa yang terbentuk diuji keragamannya dengan analisis ragam (ANOVA).

Metode Pengujian Biologis

Pengujian biologis dilakukan untuk melihat pengaruh sterol lembaga gandum dalam mencegah penyerapan kolesterol dan pembentukan plak aterosklerosis pada tikus *Sprague Dawley* yang diberi perlakuan kolesterol tinggi. Tikus yang digunakan berumur 2 bulan (usia produktif). Untuk meningkatkan kadar kolesterol dalam serum darah tikus, setiap perlakuan diberi propiltiourasil (PTU), kecuali pada perlakuan kontrol negatif (P0). Pengamatan dilakukan terhadap kadar kolesterol total, LDL, HDL dan trigliserida serum darah tikus, serta mikrofotografi aorta tikus.

Tikus dibagi ke dalam enam perlakuan : (1) kontrol negatif, yaitu kelompok yang diberi ransum basal (P0); (2) kontrol positif, yaitu kelompok yang diberi ransum basal dengan penambahan kolesterol sebesar 1% dan PTU 20 mg/kg BB/hari (P1); (3) tikus yang diberi perlakuan ransum basal dengan penambahan kolesterol sebesar 1%, PTU 20 mg/kg BB/hari dan Lembaga gandum (P2); (4) tikus yang diberi perlakuan ransum basal dengan penambahan kolesterol sebesar 1%, PTU 20 mg/kg BB/hari dan minyak lembaga gandum (P3); (5) tikus yang diberi perlakuan ransum basal dengan penambahan kolesterol sebesar 1%, PTU 20 mg/kg BB/hari dan ekstrak sterol lembaga gandum (P4); dan (6) tikus yang diberi perlakuan ransum basal dengan penambahan kolesterol sebesar 1%, PTU 20 mg/kg BB/hari dan margarin yang disuplementasi sterol lembaga gandum. Lembaga gandum, minyak lembaga gandum, ekstrak sterol lembaga gandum dan margarin yang disuplementasi sterol lembaga gandum diberikan dalam jumlah sesuai dengan jumlah asupan sterol yang setara dengan 2 gram sterol per-hari pada manusia. Namun karena pemberian kolesterol pada tikus (1%) dilakukan sebanyak lima kali pemberian kolesterol pada percobaan menggunakan kelinci (0,2%), maka jumlah pemberian sterol dikalikan lima. Jadi setiap tikus memperoleh asupan sterol sebesar 0,0343 gram per-hari, kecuali tikus kontrol negatif (P0) dan kontrol positif (P1).

Masing-masing perlakuan terdiri dari 6 ekor tikus. Setiap ekor tikus menempati satu kandang sendiri. Pembagian tikus ke dalam perlakuan dilakukan dengan mengelompokkan dulu tikus

berdasarkan bobot badan dan kadar kolesterol totalnya, kemudian baru dimasukkan secara acak ke dalam masing-masing perlakuan. Bobot badan tikus pada saat dilakukan pengelompokan berkisar antara 248,7–306,7 gram, sedangkan kadar kolesterol totalnya berkisar antara 65,2–111,3 mg/dL. Pemberian ransum percobaan dilakukan selama 2 bulan. Ransum tersebut disiapkan dengan cara membuatnya menjadi tepung kasar, disiapkan 2 hari sekali. Komposisi ransum basal untuk tikus disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Ransum Basal Tikus/1 kg

No	Bahan	Jumlah (g)
1.	Beras	560
2.	Susu skim	270
3.	Tepung kedelai	100
4.	Minyak	45
5.	Garam	10
6.	Tepung tulang	15

Tikus diberi ransum dalam jumlah yang diatur sedemikian rupa sehingga setiap tikus memperoleh makanan dalam jumlah yang cukup, yakni kurang lebih 25 gram per hari. Ransum perlakuan dibuat khusus dan diberikan dalam jumlah 5-8 gram yang diletakkan di bagian atas dari total 25 gram pakan yang diberikan. Tujuannya adalah agar seluruh ransum perlakuan dimakan tikus. Setiap tikus memperoleh asupan kolesterol sebesar 1% per hari, kecuali kelinci kontrol negatif yang tidak memperoleh asupan kolesterol.

Pengamatan terhadap bobot badan tikus dan jumlah ransum yang dikonsumsi dilakukan 2 hari sekali, sedangkan pengamatan terhadap kadar kolesterol total, LDL, HDL dan trigliserida serum darah tikus dilakukan pada awal percobaan (bulan ke-0), bulan ke-1 dan bulan ke-2. Pada hari terakhir percobaan tikus dipuasakan semalam dan keesokan harinya dilakukan nekropsi untuk pemeriksaan histopatologi pembuluh darah.

Persiapan Serum Darah tikus

Sebelum dilakukan pengambilan serum darah, tikus dipuasakan semalam. Pengambilan darah dilakukan melalui ekor tikus, yaitu dengan memotong sedikit dari bagian ujung ekor. Darah diambil sebanyak 1ml, kemudian disentrifus dengan kecepatan 1500 rpm selama 10 menit dan diambil serumnya.

Pengukuran Kadar Kolesterol Total

Pengukuran kadar kolesterol total dilakukan dengan Uji kolorimetrik enzimatis menggunakan *test kit* yang dikeluarkan oleh *Bavaria Diagnostica*. Kolesterol ditentukan setelah proses hidrolisis dan oksidasi secara enzimatis. Indikator *quinoneimine* terbentuk dari hasil reaksi antara hidrogen peroksida dan 4-aminophenazone dengan adanya fenol dan peroksidase.

Pengukuran Kadar Kolesterol HDL

Pengukuran kadar kolesterol HDL dilakukan dengan *Bavaria Cholesterol Liquicolor Test Kit*. Kilomikron, VLDL dan LDL diendapkan dengan penambahan asam fosfatungstat dan magnesium klorida. Sesudah dilakukan sentrifugasi, supernatan yang mengandung fraksi HDL digunakan untuk analisis kolesterol HDL menggunakan tes kit di atas.

Pengukuran Kadar Triglisierida

Pengukuran kadar triglisierida dilakukan dengan uji kolorimetrik enzimatis menggunakan *Test Kit* yang dikeluarkan oleh *Bavaria Diagnostica*. Triglisierida ditentukan setelah hidrolisis enzimatis dengan lipase. Indikator *quinoneimine* terbentuk dari hidrogen peroksida, 4-aminoantipyrine dan 4-klorofenol dibawah pengaruh katalisis dari peroksidase.

Penetapan Kadar Kolesterol LDL

Kadar kolesterol LDL dihitung dari konsentrasi kolesterol total, kolesterol HDL dan Triglisierida dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{LDL} = \frac{\text{Total Kolesterol} - \text{HDL} - \text{Triglisierida}}{5} \text{ mg/dl}$$

Analisis Histologi

Tahap analisis histologi adalah sebagai berikut: pemisahan organ-organ tikus segera setelah dimatikan, kemudian dilakukan fiksasi, dehidrasi, *clearing*, infiltrasi, *embedding*, pemotongan, pewarnaan dan mikrofotografi.

Setelah dilakukan nekropsi, jantung disimpan dalam cairan 10% buffer formalin (fiksasi). Selanjutnya dilakukan pemotongan jantung, yaitu diambil masing-masing dua potong jantung dan lima potongan arteri untuk pembuatan sediaan histologi.

Tahap selanjutnya adalah dilakukan dehidrasi dalam satu seri larutan alkohol dengan konsentrasi yang meningkat dari 70-100% selama 24 jam, kemudian dilakukan *clearing* dengan silol. Proses dehidrasi dilakukan dengan menggunakan alkohol 70% (2 jam), alkohol 80% (2 jam), alkohol 90% (2 jam), alkohol 95% (2 jam), alkohol absolut I (2 jam) dan alkohol absolut II (2 jam). Preparat kemudian dibersihkan dalam larutan silol I (2 jam), silol II (2 jam), selanjutnya dimasukkan ke dalam parafin cair I (2 jam) dan parafin cair II (2 jam) untuk proses infiltrasi. Semua proses di atas dilakukan dengan menggunakan alat *Autotechnicon*.

Tahap selanjutnya dilakukan *embedding* atau penanaman jaringan dalam parafin yang dilakukan dekat sumber panas dan oven. Penanaman dilakukan dalam cetakan (blok). Setelah blok parafin yang berisi jaringan mengeras kemudian dipotong menggunakan *Rotary Microtom* dengan ukuran potongan 2-6 mikron. Setelah dipotong lembaran hasil potongan diletakkan di atas gelas obyek untuk kemudian dipanaskan dalam oven atau inkubator selama 24 jam sebelum proses selanjutnya.

Tahap terakhir adalah pewarnaan Hematosiklin-Eosin (HE) sesuai dengan langkah-langkah yang telah ditentukan, yaitu pencelupan gelas obyek yang berisi preparat dalam masing-masing pelarut sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan.

Selanjutnya preparat tersebut siap diperiksa menggunakan mikroskop dan dilakukan pemotretan dibawah mikroskop (mifotografi). Mikroskop yang digunakan adalah mikroskop merk *Olympus*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bobot Badan Tikus

Data rerata bobot badan tikus pada awal percobaan berkisar antara 278,33-282,67 g, setelah satu bulan percobaan berkisar antara 351,33-376,83 g dan setelah dua bulan percobaan berkisar antara 316,17-433,50 g (Tabel 2). Rerata bobot badan tikus pada satu bulan percobaan meningkat dibandingkan pada awal percobaan, tetapi pada dua bulan percobaan terlihat menurun, kecuali pada perlakuan kontrol negatif (P0). Kenaikan atau penurunan bobot badan hewan

percobaan terkait dengan jumlah ransum yang dimakan. Rerata jumlah ransum yang dimakan tikus pada bulan kedua mengalami penurunan dibandingkan bulan pertama, kecuali pada perlakuan kontrol positif (P0) sehingga berpengaruh terhadap bobot badannya.

Tabel 2. Data Rerata Bobot Badan Tikus pada Awal, setelah Satu Bulan dan Dua Bulan Percobaan

Perlakuan	Rerata bobot badan tikus (gram)*		
	Awal percobaan	Satu bulan	Dua bulan
P0(Kontrol negatif)	279,50 ^a	376,83 ^a	433,50 ^a
P1(Kontrol Positif)	282,67 ^a	351,50 ^a	321,50 ^b
P2	278,50 ^a	353,33 ^a	337,67 ^b
P3	280,00 ^a	356,50 ^a	350,50 ^b
P4	278,33 ^a	351,33 ^a	316,17 ^b
P5	282,33 ^a	355,50 ^a	328,00 ^b

Ket : P0 : Ransum basal (kontrol negatif)
 P1 : Ransum basal + kolesterol (kontrol positif)
 P2 : Ransum basal + kolesterol + lembaga gandum
 P3 : Ransum basal + kolesterol + minyak lembaga gandum
 P4 : Ransum basal + kolesterol + ekstrak sterol lembaga gandum
 P5 : Ransum basal + kolesterol + margarin berisi sterol lembaga gandum
 * : Angka dengan huruf yang sama untuk satu waktu percobaan menunjukkan tidak berbeda nyata pada $\alpha=0,05$

Hasil analisis ragam ($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa pada awal percobaan bobot badan tikus tidak berbeda nyata (sama), demikian pula perlakuan jenis ransum tidak berpengaruh nyata terhadap bobot badan tikus setelah satu bulan percobaan, namun berpengaruh sangat nyata setelah dua bulan percobaan.

Perubahan bobot badan tikus setelah satu bulan percobaan disajikan pada Tabel 3. Hasil analisis ragam ($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa perlakuan jenis ransum tidak berpengaruh nyata terhadap perubahan bobot badan tikus setelah satu bulan percobaan.

Perubahan bobot badan tikus setelah dua bulan percobaan disajikan pada Tabel 4. Hasil analisis ragam ($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa perlakuan jenis ransum berpengaruh sangat nyata terhadap perubahan bobot badan tikus setelah dua bulan percobaan. Hasil uji lanjut Duncan

($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa setelah dua bulan percobaan perlakuan P0 (kontrol negatif) memberikan perubahan bobot badan terbesar, berbeda sangat nyata dengan perlakuan lainnya, sedangkan perubahan bobot badan terendah dialami tikus P4.

Tabel 3. Data Perubahan Bobot Badan Tikus setelah Satu Bulan Percobaan

Perlakuan	n	Perubahan bobot badan (gram)*	Sb
P0	6	97,50 ^a	11,91
P3	6	76,67 ^a	18,62
P2	6	74,83 ^a	34,54
P5	6	73,00 ^a	22,47
P4	6	73,00 ^a	22,66
P1	6	68,83 ^a	22,71

Ket : *Angka dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada $\alpha = 0,05$

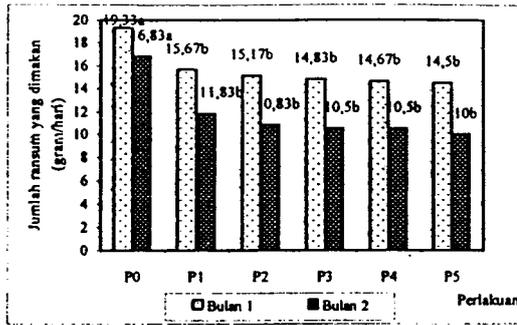
Tabel 4. Data Perubahan Bobot Badan Tikus setelah Dua Bulan Percobaan

Perlakuan	n	Perubahan bobot badan (gram)*	Sb
P0	6	154,33 ^a	23,49
P3	6	70,67 ^b	20,28
P2	6	59,17 ^b	39,49
P5	6	45,67 ^b	36,05
P1	6	38,83 ^b	26,54
P4	6	38,00 ^b	47,29

Ket : *Angka dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada $\alpha = 0,05$

Perubahan bobot badan hewan percobaan terkait dengan konsumsi ransum. Rerata jumlah ransum yang dikonsumsi tikus pada bulan pertama dan kedua percobaan disajikan pada Gambar 1.

Jumlah ransum yang dikonsumsi tikus pada bulan pertama percobaan berkisar antara 14,50-19,33 gram per-hari, terbesar P0 dan terkecil P1. Hasil analisis ragam ($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa perlakuan jenis ransum berpengaruh nyata terhadap jumlah ransum yang dikonsumsi tikus. Hasil uji lanjut Duncan ($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa P0 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Meski demikian hal tersebut belum dapat mempengaruhi perubahan bobot badan tikus secara nyata.



Gambar 1. Histogram Data Rerata Jumlah Ransum yang Dikonsumsi Tikus

Jumlah ransum yang dikonsumsi tikus pada bulan kedua percobaan berkisar antara 10,00-16,83 gram per-hari, cenderung menurun dibandingkan jumlah konsumsi ransum pada bulan pertama. Hal ini wajar mengingat kejenuhan tikus terhadap suatu jenis ransum tertentu. Menurut Davidson (2004), tikus sebaiknya diberi makanan yang bervariasi agar tidak merasa bosan. Menurunnya jumlah ransum yang dimakan tikus berakibat menurunnya perubahan bobot badan tikus bulan kedua dibandingkan bulan pertama, kecuali pada P0. Hasil analisis ragam ($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa perlakuan jenis ransum berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah ransum yang dikonsumsi tikus. Hasil uji lanjut Duncan ($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa ransum P0 dimakan dalam jumlah tertinggi dan berbeda sangat nyata dengan konsumsi ransum perlakuan lainnya pada bulan kedua percobaan. Perlakuan P0 (kontrol negatif) merupakan ransum basal yang biasa dikonsumsi tikus. Adanya penambahan kolesterol, PTU dan juga perlakuan lainnya (penambahan lembaga gandum, minyak lembaga, ekstrak sterol dan margarin berisi sterol) sangat mempengaruhi jumlah ransum yang dikonsumsi tikus. Hal ini disebabkan karena aroma dan rasa dari ransum yang diberi perlakuan tersebut berubah dari ransum basal yang biasa diberikan dan diduga mempengaruhi selera tikus. Perbedaan jumlah ransum yang dikonsumsi mengakibatkan perbedaan pertumbuhan tikus. Tikus perlakuan P0 mengalami perubahan bobot badan tertinggi dan berbeda sangat nyata dengan perlakuan lainnya, sedangkan perlakuan P1, P2,

P3, P4 dan P5 masing-masing tidak berbeda nyata.

Kadar Kolesterol Total

Data rerata kadar kolesterol total tikus pada awal percobaan berkisar antara 81,00-83,67 mg/dL, setelah satu bulan percobaan berkisar antara 90,00-253,25 mg/dL dan setelah dua bulan percobaan berkisar antara 75,83-227,80mg/dL (Tabel 5). Rerata kadar kolesterol total tikus cenderung meningkat pada satu bulan percobaan dibandingkan pada awal percobaan, kecuali kontrol negatif (P0) yang relatif stabil. Namun pada dua bulan percobaan cenderung menurun dibandingkan pada satu bulan percobaan, kecuali kontrol negatif (P0). Hal ini diduga disebabkan antara lain karena asupan ransum yang menurun pada bulan kedua, sehingga asupan kolesterol juga menurun. Selain itu sterol lembaga gandum juga dapat berperan menurunkan kadar kolesterol tikus pada dua bulan percobaan. Hal ini dibahas lebih rinci pada pembahasan berikutnya.

Tabel 5. Data Rerata Kadar Kolesterol Total Tikus pada Awal Percobaan, setelah Satu Bulan dan Dua Bulan Percobaan

Perlakuan	Rerata kadar kolesterol total tikus (mg/dL)*		
	Awal percobaan	Satu bulan	Dua bulan
P0 (Kontrol Negatif)	83,00 ^a	90,00 ^c	75,83 ^c
P1 (Kontrol Positif)	82,67 ^a	253,25 ^a	202,33 ^a
P2	82,83 ^a	247,50 ^a	217,17 ^a
P3	83,33 ^a	203,17 ^{ab}	201,50 ^a
P4	83,67 ^a	184,40 ^b	138,50 ^b
P5	81,00 ^a	172,25 ^b	227,80 ^a

Ket: P0: Ransum basal (kontrol negatif)
 P1: Ransum basal + kolesterol (kontrol positif)
 P2: Ransum basal + kolesterol + lembaga gandum
 P3: Ransum basal + kolesterol + minyak lembaga gandum
 P4: Ransum basal + kolesterol + ekstrak sterol lembaga gandum
 P5: Ransum basal + kolesterol + margarin berisi sterol lembaga gandum
 * : Angka dengan huruf yang sama untuk satu waktu percobaan menunjukkan tidak berbeda nyata pada $\alpha = 0,05$

Hasil analisis ragam ($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa pada awal percobaan kadar kolesterol total tikus tidak berbeda nyata (sama), tetapi perlakuan jenis ransum berpengaruh sangat nyata

terhadap kadar kolesterol total tikus setelah satu bulan dan dua bulan percobaan.

Perubahan kadar kolesterol total tikus setelah satu bulan percobaan disajikan pada Tabel 6. Hasil analisis ragam ($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa perlakuan jenis ransum berpengaruh sangat nyata terhadap perubahan kadar kolesterol total tikus. Hasil uji lanjut Duncan ($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa perubahan kadar kolesterol total terendah adalah perlakuan P0 (Kontrol negatif), diikuti oleh P5 dan P4. Kadar kolesterol total tikus P0 berbeda sangat nyata dengan tikus P1, P2, P3, P4 dan P5, sedangkan kadar kolesterol tikus P5 tidak berbeda nyata dengan P4 dan P3 namun berbeda sangat nyata dengan P1 dan P2. Perubahan kadar kolesterol total tikus yang diberi perlakuan P5 hanya sebesar 56,84% terhadap perubahan kadar kolesterol total P1, sedangkan P4 sebesar 59,79% terhadap P1. Jadi pemberian ekstrak sterol lembaga gandum (P4) atau margarin yang berisi sterol (P5) sama efektifnya dalam mencegah perubahan kadar kolesterol total tikus dan lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya (P1, P2 dan P3).

Tabel 6. Data Perubahan Kadar Kolesterol Total Tikus setelah Satu Bulan Percobaan

Perlakuan	n	Perubahan Kadar Kolesterol*		Sb
		mg/dL	% terhadap P1	
P1	4	166,25 ^a	100,00	39,42
P2	4	159,00 ^a	95,64	38,22
P3	6	119,67 ^{ab}	71,98	58,61
P4	5	99,40 ^b	59,79	39,80
P5	4	94,50 ^b	56,84	15,49
P0	6	7,00 ^c	4,21	2,65

Ket : *Angka dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada $\alpha = 0,05$

Perubahan kadar kolesterol total tikus setelah dua bulan percobaan disajikan pada Tabel 7. Hasil analisis ragam ($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa perlakuan jenis ransum berpengaruh sangat nyata terhadap perubahan kadar kolesterol total tikus. Hasil uji lanjut Duncan ($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa perubahan kadar kolesterol total terendah dialami tikus perlakuan P0 (Kontrol negatif) yang nilainya negatif (menurun), diikuti tikus P4. Kadar kolesterol total tikus P0 berbeda sangat nyata dengan perlakuan lainnya, demikian pula kadar kolesterol total tikus P4 berbeda sangat nyata dengan perlakuan lainnya.

Perubahan kadar kolesterol total tikus yang diberi perlakuan P4 hanya sebesar 55,25% terhadap perubahan kadar kolesterol total P1. Jadi pemberian ekstrak sterol lembaga gandum (P4) lebih baik dalam mencegah perubahan kadar kolesterol total kelinci dibandingkan perlakuan lainnya (P1, P2, P3 dan P5) setelah dua bulan percobaan.

Tabel 7. Data Perubahan Kadar Kolesterol Total Tikus setelah Dua Bulan Percobaan

Perlakuan	n	Perubahan Kadar Kolesterol*		Sb
		mg/dL	% terhadap P1	
P5	5	151,80 ^a	126,68	31,67
P2	6	134,17 ^a	111,97	45,15
P1	6	119,83 ^a	100,00	74,15
P3	6	117,83 ^a	98,33	19,01
P4	4	55,25 ^b	46,11	28,31
P0	6	-7,00 ^c	-	19,39

Ket : *Angka dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada $\alpha = 0,05$

Berdasarkan data pada kedua tabel di atas dapat dikatakan bahwa setelah percobaan berjalan selama satu bulan, pemberian ekstrak sterol lembaga gandum (P4) atau margarin yang berisi sterol (P5) sama efektifnya dalam mencegah perubahan kadar kolesterol total tikus dan lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya (P1, P2 dan P3), sedangkan setelah percobaan berjalan selama dua bulan hanya perlakuan P4 yang masih dapat mencegah kenaikan kadar kolesterol total.

Hasil penelitian tersebut sejalan dengan hasil penelitian pada kelinci. Kelinci yang diberi perlakuan ransum ekstrak sterol (P4) dan margarin berisi sterol lembaga gandum (P5) dapat mencegah perubahan kadar kolesterol total dengan kemampuan yang sama pada saat percobaan baru berjalan satu bulan. Setelah percobaan berjalan dua bulan, hanya perlakuan P4 yang dapat mencegah kenaikan kadar kolesterol total kelinci.

Hasil penelitian tersebut juga sesuai dengan hasil penelitian Matvienko *et al.* (2002) yang menggunakan fitosterol kedelai yang disuplementasikan ke dalam daging giling rendah lemak menunjukkan efek penurunan total kolesterol yang cukup baik setelah dikonsumsi selama empat minggu yaitu sebesar 9,3% dari data *baseline*. Data tersebut sama dengan hasil

penelitian Weststrate & Meijer (1998) yang menggunakan fitosterol kedelai dengan jenis dan jumlah yang sama yang dimasukkan ke dalam margarin, Blair *et al.* (2000) yang menggunakan ester stanol dalam margarin serta Hendriks *et al.* (1999) yang menggunakan ester fitosterol dalam margarin yang dicampurkan ke dalam daging giling rendah lemak. Dalam penelitian ini perlakuan P4 (ekstrak sterol lembaga gandum yang dicampurkan ke dalam pakan tikus) memiliki kemampuan mencegah perubahan kadar kolesterol total yang paling efektif, meskipun tidak menggunakan media berupa makanan tinggi lemak seperti margarin. Sementara perlakuan P5 meskipun mengandung margarin berisi sterol lembaga gandum, namun hanya dapat mencegah perubahan kadar kolesterol total selama satu bulan percobaan. Hal ini diduga karena sterol yang ditambahkan ke dalam margarin tidak berbentuk ester, baik ester fitosterol maupun ester stanol seperti percobaan yang dilakukan oleh Blair *et al.* (2000) yang menggunakan ester stanol dan Hendriks *et al.* (1999) yang menggunakan ester fitosterol di atas. Pada penelitian ini sterol hanya dicampurkan ke dalam margarin.

Tabel 8. Data Rerata Kadar Kolesterol LDL Tikus pada Awal Percobaan, setelah Satu Bulan dan Dua Bulan Percobaan

Perlakuan	Rerata kadar kolesterol LDL tikus (mg/dL)*		
	Awal percobaan	Satu bulan	Dua bulan
P0(Kontrol Negatif)	11,17 ^a	4,17 ^b	1,67 ^c
P1 (Kontrol Positif)	10,50 ^a	174,75 ^a	93,50 ^a
P2	8,00 ^a	156,25 ^a	104,83 ^a
P3	10,17 ^a	123,33 ^a	78,33 ^{ab}
P4	7,50 ^a	105,75 ^a	38,00 ^{bc}
P5	7,50 ^a	121,50 ^a	127,67 ^a

Ket: P0: Ransum basal (kontrol negatif)

P1: Ransum basal + kolesterol (kontrol positif)

P2: Ransum basal + kolesterol + lembaga gandum

P3: Ransum basal + kolesterol + minyak lembaga gandum

P4: Ransum basal+kolesterol + ekstrak sterol lembaga gandum

P5: Ransum basal+kolesterol+margarin berisi sterol lembaga gandum

* : Angka dengan huruf yang berbeda untuk satu waktu percobaan menunjukkan berbeda nyata pada $\alpha=0,05$

Kadar Kolesterol LDL

Data rerata kadar kolesterol LDL tikus pada awal percobaan berkisar antara 7,50–11,17 mg/dL, setelah satu bulan percobaan berkisar antara 4,17–174,75 mg/dL dan setelah dua bulan percobaan berkisar antara 1,67–127,67 mg/dL (Tabel 8). Rerata kadar kolesterol LDL tikus cenderung meningkat dengan semakin lamanya waktu percobaan, kecuali kontrol negatif (P0) yang relatif stabil. Hasil analisis ragam ($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa pada awal percobaan kadar kolesterol LDL tikus tidak berbeda nyata (sama), sedangkan perlakuan jenis ransum berpengaruh sangat nyata terhadap kadar kolesterol LDL tikus setelah percobaan berjalan selama satu dan dua. Perubahan kadar kolesterol LDL tikus setelah satu bulan percobaan disajikan pada Tabel 9. Hasil analisis ragam ($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa perlakuan jenis ransum berpengaruh sangat nyata terhadap kadar kolesterol LDL tikus. Hasil uji lanjut Duncan ($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa perubahan kadar kolesterol LDL terendah dialami tikus perlakuan P0 (Kontrol negatif) yang nilainya negatif (menurun) dan berbeda sangat nyata dengan perlakuan lainnya. Perubahan kadar kolesterol LDL tertinggi dialami tikus perlakuan P1 yang berbeda sangat nyata dengan P0, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Tabel 9. Data Perubahan Kadar Kolesterol LDL Tikus setelah Satu Bulan Percobaan

Perlakuan	n	Perubahan kadar kolesterol LDL*		Sb
		mg/dL	% terhadap P1	
P1	4	165,00 ^a	100,00	41,97
P2	4	146,50 ^a	88,79	43,95
P5	4	114,25 ^a	69,24	21,81
P3	6	113,50 ^a	68,79	61,23
P4	4	100,50 ^a	60,91	53,30
P0	6	-6,67 ^b	-	12,01

Ket : *Angka dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada $\alpha = 0,05$

Perubahan kadar kolesterol LDL tikus perlakuan P4 sebesar 60,91% terhadap perubahan kadar kolesterol LDL P1, terendah dibandingkan perlakuan P2, P3, dan P5, namun masing-masing tidak berbeda nyata. Jadi pemberian ekstrak sterol lembaga gandum (P4) atau minyak lembaga

gandum (P3) atau margarin yang disuplementasi sterol lembaga gandum (P5) atau lembaga gandum (P2) ke dalam ransum tikus yang mengandung kolesterol tidak efektif dalam mencegah perubahan kadar kolesterol LDL tikus.

Perubahan kadar kolesterol LDL tikus setelah dua bulan percobaan disajikan pada Tabel 10. Hasil analisis ragam ($\alpha = 0,05$) menunjukkan bahwa perlakuan jenis ransum berpengaruh sangat nyata terhadap perubahan kadar kolesterol LDL tikus. Hasil uji lanjut Duncan ($\alpha = 0,05$) menunjukkan bahwa perubahan kadar kolesterol LDL terendah dialami tikus yang diberi perlakuan P0 (Kontrol negatif), berbeda sangat nyata dengan perlakuan P1, P2, P3 dan P5, tetapi tidak berbeda dengan P4. Perubahan kadar kolesterol LDL tikus perlakuan P4 hanya sebesar 36,63% terhadap perubahan kadar kolesterol LDL P1, sementara perlakuan P3 sebesar 82,73% dan perlakuan P2 dan P5 lebih dari 100% terhadap perlakuan P1. Jadi pemberian ekstrak sterol lembaga gandum (P4) paling efektif dalam mencegah perubahan kadar kolesterol LDL tikus dibandingkan perlakuan lainnya setelah percobaan berlangsung selama dua bulan.

Tabel 10. Data Perubahan Kadar Kolesterol LDL Tikus setelah Dua Bulan Percobaan

Perlakuan	n	Perubahan kadar kolesterol LDL*		Sb
		mg/dL	% terhadap P1	
P5	3	125,00 ^a	150,60	36,45
P2	6	96,83 ^{ab}	116,66	43,84
P1	6	83,00 ^{abc}	100	69,89
P3	6	68,67 ^{bc}	82,73	20,01
P4	5	30,40 ^{cd}	36,63	26,23
P0	6	-9,17 ^d	-	11,10

Ket: *Angka dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada $\alpha = 0,05$

Hasil penelitian tersebut tidak sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya menggunakan kelinci, juga tidak sesuai dengan hasil penelitian oleh peneliti lain seperti Matvienko *et al.* (2002). Penelitian mereka menunjukkan efek penurunan kolesterol LDL yang cukup baik yaitu sebesar 14,6% dari data *baseline*, meskipun fitosterol yang digunakan dicampurkan ke dalam daging giling rendah lemak seperti diuraikan sebelumnya. Dalam penelitian ini pada saat percobaan berjalan satu bulan lamanya,

pemberian ekstrak sterol lembaga gandum (P4) atau minyak lembaga gandum (P3) atau margarin yang disuplementasi sterol lembaga gandum (P5) atau lembaga gandum (P2) ke dalam ransum tikus yang mengandung kolesterol, tidak dapat mencegah perubahan (peningkatan) kadar kolesterol LDL. Namun setelah percobaan berjalan selama dua bulan, perlakuan P4 dapat mencegah perubahan (peningkatan) kadar kolesterol LDL, sedangkan perlakuan P2, P3 dan P5 tidak dapat.

Hasil ini berbeda dengan hasil penelitian sebelumnya menggunakan kelinci. Pada penelitian menggunakan kelinci pemberian kolesterol dalam jumlah 0,2% dari total konsumsi ransum setiap hari selama lebih dari satu bulan sudah sulit dicegah penyerapannya dengan menggunakan sterol lembaga gandum sebesar 0,0571 g per-hari pada kelinci atau setara dengan 2g/hari pada manusia. Pada penelitian menggunakan tikus, pemberian kolesterol sebesar 1% (5 kali lipat pada kelinci) dari total konsumsi ransum masih dapat dicegah penyerapannya oleh ekstrak sterol lembaga gandum sebesar 0,0343 g/hari (5 kali pada kelinci) atau setara dengan 10g pada manusia.

Kadar Kolesterol HDL

Data rerata kadar kolesterol HDL tikus pada awal percobaan berkisar antara 45,67–54,00 mg/dL, setelah satu bulan percobaan berkisar antara 40,83–82,50 mg/dL dan setelah dua bulan percobaan berkisar antara 51,17–102,00 mg/dL (Tabel 11). Rerata kadar kolesterol HDL tikus cenderung meningkat selama periode percobaan dengan peningkatan yang berbeda-beda antar perlakuan, kecuali pada perlakuan kontrol negatif (P0) yang cenderung stabil. Hasil analisis ragam ($\alpha = 0,05$) menunjukkan bahwa pada awal percobaan kadar kolesterol HDL tikus tidak berbeda nyata (sama), namun berpengaruh sangat nyata setelah satu bulan dan dua bulan percobaan.

Tabel 11. Data Rerata Kadar Kolesterol HDL Tikus Pada Awal Percobaan, setelah Satu Bulan dan Dua Bulan Percobaan

Perlakuan	Rerata kadar kolesterol HDL tikus (mg/dL)*		
	Awal	Satu Bulan	Dua Bulan
P0 (Kontrol Negatif)	54,00 ^a	58,50 ^b	51,17 ^b
P1 (Kontrol Positif)	49,17 ^a	63,67 ^b	88,67 ^a
P2	48,67 ^a	82,50 ^a	93,50 ^a
P3	50,00 ^a	67,50 ^b	102,00 ^a
P4	51,67 ^a	56,83 ^b	85,67 ^a
P5	45,67 ^a	40,83 ^c	88,83 ^a

Ket: P0: Ransum basal (kontrol negatif)
 P1: Ransum basal + kolesterol (kontrol positif)
 P2: Ransum basal + kolesterol + lembaga gandum
 P3: Ransum basal + kolesterol + minyak lembaga gandum
 P4: Ransum basal+kolesterol + ekstrak sterol lembaga gandum
 P5: Ransum basal+kolesterol + margarin berisi sterol lembaga gandum
 *: Angka dengan huruf yang sama untuk satu waktu percobaan menunjukkan tidak berbeda nyata pada $\alpha=0,05$

Perubahan kadar kolesterol HDL tikus setelah satu bulan percobaan disajikan pada Tabel 12. Hasil analisis ragam ($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa perlakuan jenis ransum berpengaruh sangat nyata terhadap kadar kolesterol HDL tikus. Hasil uji lanjut Duncan ($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa perubahan kadar kolesterol HDL perlakuan P2 tertinggi diantara perlakuan lainnya, berbeda sangat nyata dengan P1, P4, P0 dan P5, namun tidak berbeda dengan P3.

Tabel 12. Data Perubahan Kadar Kolesterol HDL Tikus setelah Satu Bulan Percobaan

Perlakuan	n	Perubahan kadar kolesterol HDL (mg/dL)*	Sb
P2	6	33,67 ^a	14,47
P3	6	17,83 ^{ab}	16,64
P1	6	14,67 ^b	14,81
P4	6	4,50 ^{bc}	13,42
P0	6	4,33 ^{bc}	6,93
P5	6	-5,33 ^c	13,16

Ket: *Angka dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada $\alpha = 0,05$

Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya menggunakan kelinci. Perlakuan P2 (lembaga gandum) memberikan kadar HDL

tertinggi diduga karena lembaga gandum selain mengandung sterol, juga mengandung komponen serat pangan sebesar 22,61% (Sujono, 2003). Serat pangan berperan pada peningkatan kadar HDL. Hasil penelitian Nicolosi *et al.* (1999) menunjukkan bahwa suplementasi β -glucan fiber dari yeast meningkatkan konsentrasi kolesterol HDL. Demikian pula hasil penelitian Jenkins *et al.* (2002) menunjukkan bahwa diet tinggi serat menurunkan rasio kolesterol total terhadap HDL. Selain itu lembaga gandum juga tinggi kandungan asam lemak tak jenuhnya. Asam lemak tak jenuh berperan pada peningkatan kadar HDL. Hasil kajian meta-analisis terhadap 60 percobaan terkontrol oleh Mensink *et al.* (2003) menunjukkan bahwa produk pangan yang mempunyai efek terbaik terhadap rasio total kolesterol terhadap HDL adalah minyak yang kaya akan asam lemak tak jenuh cis seperti minyak kedelai, minyak biji matahari, minyak rapeseed (lobak), dan minyak zaitun. Selain itu asam lemak tak jenuh jamak (asam linoleat dan sedikit asam α -linolenat) mempunyai efek yang sedikit lebih baik dibandingkan asam lemak tak jenuh tunggal (Asam oleat).

Perubahan kadar kolesterol HDL tikus setelah dua bulan percobaan disajikan pada Tabel 13. Hasil analisis ragam ($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa perlakuan jenis ransum berpengaruh sangat nyata terhadap kadar kolesterol HDL tikus. Hasil uji lanjut Duncan ($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa perubahan kadar kolesterol HDL perlakuan P3 (minyak lembaga) tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya, tidak berbeda nyata dengan P2, P5, dan P1, namun berbeda sangat nyata dengan P4 dan P0.

Tabel 13. Data Perubahan Kadar Kolesterol HDL Tikus setelah Dua Bulan Percobaan

Perlakuan	n	Perubahan kadar kolesterol HDL (mg/dL)*	Sb
P3	6	52,33 ^a	5,43
P2	6	44,67 ^{ab}	6,97
P5	6	43,00 ^{ab}	12,51
P1	6	39,50 ^{ab}	14,40
P4	6	33,33 ^b	21,81
P0	6	-3,00 ^c	11,88

Ket: *Angka dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada $\alpha = 0,05$

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sterol tidak berperan dalam perubahan kadar HDL, namun komponen lain dalam lembaga gandum memiliki peran dalam peningkatan HDL. Hal ini ditunjukkan oleh data perubahan kadar kolesterol HDL pada P2 dan P3 yang relatif lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Maki *et al.* (2001) yang menunjukkan bahwa kadar HDL individu yang diberi perlakuan makanan kontrol, makanan rendah sterol dan makanan tinggi sterol setelah dua minggu percobaan tidak berbeda nyata. Hasil ini juga sejalan dengan hasil penelitian Matvienko *et al.* (2002).

Penelitian mereka membuktikan bahwa konsumsi daging giling rendah lemak yang disuplementasi fitosterol tidak berpengaruh terhadap kadar kolesterol HDL plasma pada pria dewasa muda yang hiperkolesterolemia sedang. Jadi perlakuan pemberian fitosterol tidak berpengaruh terhadap kadar kolesterol HDL, baik pada penelitian menggunakan hewan percobaan maupun pada manusia.

Kadar Triglisierida

Data rerata kadar triglisierida tikus pada awal percobaan berkisar antara 89,83–131,67 mg/dL, setelah satu bulan percobaan berkisar antara 44,33–135,83 mg/dL dan setelah dua bulan percobaan berkisar antara 78,83–115,67 mg/dL (Tabel 14). Rerata kadar Triglisierida tikus cenderung menurun pada bulan pertama percobaan kecuali pada P0, sedangkan pada bulan kedua cenderung meningkat kembali kecuali P0 yang menurun. Hasil analisis ragam ($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa pada awal percobaan kadar triglisierida tikus tidak berbeda nyata (sama), namun perlakuan jenis ransum berpengaruh sangat nyata pada satu bulan percobaan dan berpengaruh nyata pada dua bulan percobaan.

Kadar triglisierida yang tinggi pada awal percobaan menunjukkan tikus yang digunakan pada penelitian ini telah mengalami hiperlipidemia sejak awal penelitian. Hal ini dapat terjadi jika makanan basal yang diberikan mengandung lemak dalam jumlah tinggi. Selama tikus mengalami masa adaptasi di Laboratorium hewan Puslitbang Gizi-Bogor, tikus memperoleh makanan dengan kadar lemak sebesar 15,97%. Kadar lemak sebesar itu jauh melebihi makanan

ideal untuk tikus yaitu sebesar 5% (Smith & Mangkoewidjojo, 1988). Penelitian Usman (2000) juga menggunakan tikus yang telah mengalami kenaikan triglisierida sejak awal penelitian, yaitu pada kisaran 60,670-76,750mg/dL (kontrol), sedangkan kelompok perlakuan lainnya yang telah dibuat hiperkolesterolemia berada pada kisaran 50,380-64,600 mg/dL.

Tabel 14. Data rerata kadar triglisierida tikus pada awal percobaan, setelah satu bulan dan dua bulan percobaan

Perlakuan	Rerata kadar triglisierida tikus (mg/dL)*		
	Awal Percobaan	Satu Bulan	Dua Bulan
P0 (Kontrol Negatif)	89,83 ^a	135,83 ^a	115,67 ^a
P1 (Kontrol Positif)	114,83 ^a	68,83 ^b	100,67 ^{ab}
P2	118,33 ^a	77,33 ^b	94,67 ^{ab}
P3	129,83 ^a	61,83 ^{b,c}	104,00 ^{ab}
P4	131,67 ^a	44,33 ^c	78,83 ^b
P5	129,50 ^a	44,33 ^c	80,83 ^b

Ket : P0 : Ransum basal (kontrol negatif)
 P1 : Ransum basal + kolesterol (kontrol positif)
 P2 : Ransum basal + kolesterol + lembaga gandum
 P3 : Ransum basal + kolesterol + minyak lembaga gandum
 P4 : Ransum basal+kolesterol + ekstrak sterol lembaga gandum
 P5 : Ransum basal+ kolesterol + margarin berisi sterol lembaga gandum
 * : Angka dengan huruf yang sama untuk satu waktu percobaan menunjukkan tidak berbeda nyata pada $\alpha=0,05$

Pemberian kolesterol dan sterol lembaga gandum pada perlakuan P1 sampai P5 ternyata menurunkan kadar triglisierida serum tikus. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Usman (2000) di atas, dimana kadar triglisierida dari kelompok kolesterol tinggi ternyata lebih kecil dari kelompok pakan basal. Dalam pembahasannya Usman (2000) menyatakan bahwa hal tersebut disebabkan karena lipoprotein lipase bekerja efektif sehingga triglisierida dari makanan dimetabolisme atau mungkin disebabkan banyak triglisierida dari makanan dideposit dalam jaringan hati.

Perubahan kadar triglisierida tikus setelah satu bulan percobaan disajikan pada Tabel 15. Hasil analisis ragam ($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa perlakuan jenis ransum berpengaruh sangat nyata terhadap kadar triglisierida tikus.

Hasil uji lanjut Duncan ($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa perubahan kadar trigliserida tikus P0 berbeda sangat nyata dengan perlakuan lainnya.

Tabel 15. Data perubahan kadar trigliserida tikus setelah satu bulan percobaan

Perlakuan	n	Perubahan kadar trigliserida (mg/dL)	Sb
P0	6	46,33 ^a	29,61
P1	6	-45,67 ^b	50,89
P2	6	-52,67 ^b	44,87
P3	6	-56,67 ^b	26,74
P5	6	-85,17 ^b	35,32
P4	6	-87,17 ^b	61,18

Ket : *Angka dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada $\alpha = 0,05$

Perubahan kadar trigliserida tikus setelah dua bulan percobaan disajikan pada Tabel 16. Hasil analisis ragam ($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa perlakuan jenis ransum tidak berpengaruh nyata terhadap perubahan kadar trigliserida tikus.

Tabel 16. Data perubahan kadar trigliserida tikus setelah dua bulan percobaan

Perlakuan	n	Perubahan kadar Trigliserida (mg/dL)	Sb
P0	6	26,00 ^a	25,50
P1	6	-14,00 ^a	52,14
P3	6	-14,33 ^a	30,36
P2	6	-35,33 ^a	63,75
P5	4	-40,00 ^a	44,81
P4	6	-41,00 ^a	57,62

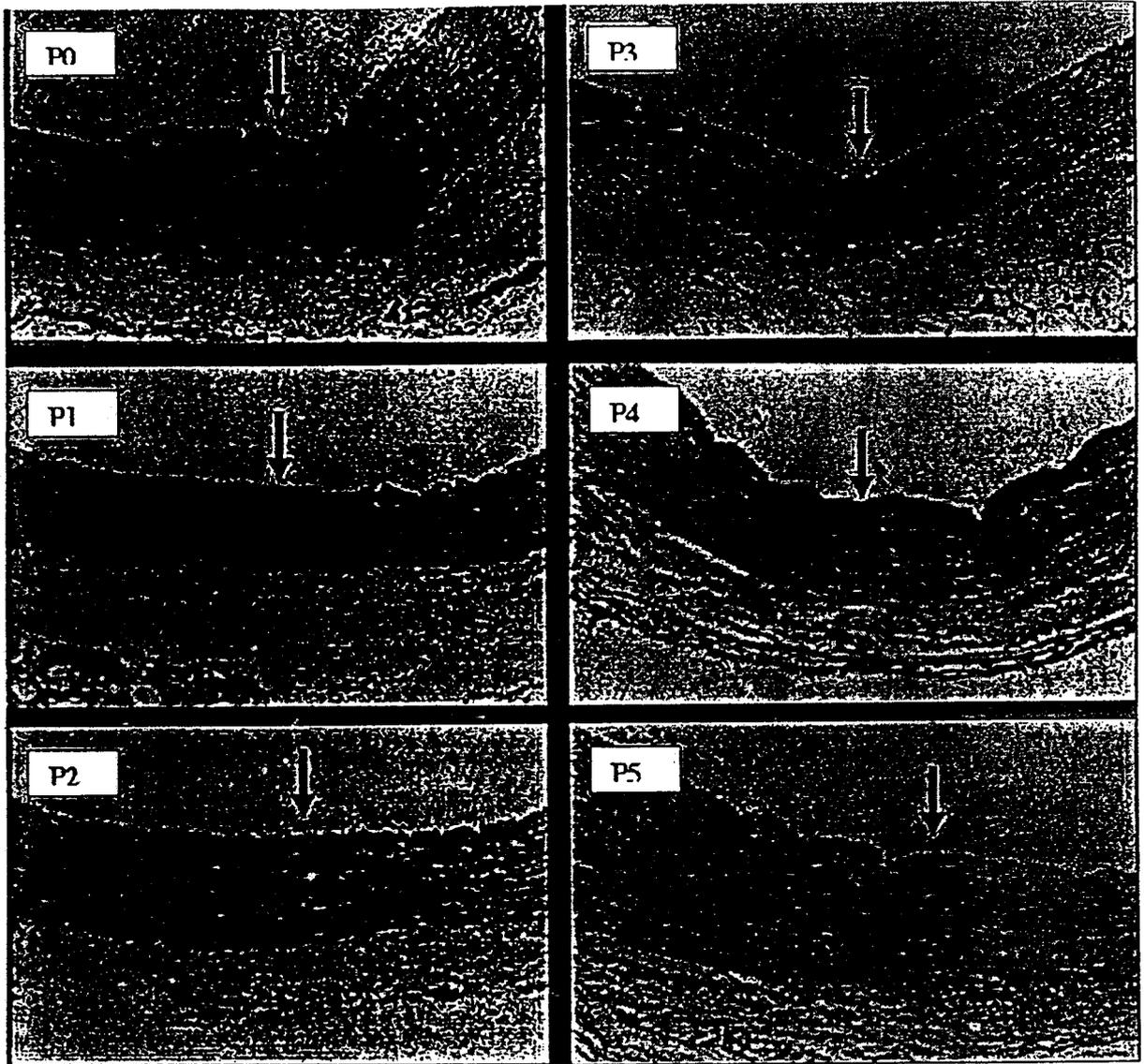
Ket : *Angka dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada $\alpha = 0,05$

Seperti diuraikan diatas, tikus yang digunakan pada penelitian ini telah mengalami hiperlipidemia sejak awal penelitian. Hal ini disebabkan pemberian ransum dengan kandungan lemak yang tinggi pada masa adaptasi dan juga pada saat dikembangkan dan dibesarkan sampai usia 2 bulan di tempat pemesanan tikus, sehingga kadar trigliserida tinggi sejak awal penelitian. Pemberian kolesterol dan stero! menurunkan kadar trigliserida. Hal ini selain disebabkan oleh lipoprotein lipase yang bekerja efektif dan banyaknya trigliserida dari makanan dideposit dalam jaringan hati seperti diuraikan Usman (2000) di atas, juga dapat disebabkan oleh adanya persaingan dalam penyerapan di usus antara trigliserida dari makanan dengan kolesterol

dan sterol. Adanya persaingan tersebut mengakibatkan trigliserida yang terserap pada perlakuan P1 sampai dengan P5 menurun dibandingkan pada awal percobaan dan dibandingkan dengan kontrol.

Kejadian Aterosklerosis pada Aorta Tikus Pembentukan plak aterosklerosis

Pembentukan lesi aterosklerosis diamati pada aorta tikus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dinding aorta tikus kontrol negatif (P0), P2, P3, P4 dan P5 tetap normal sampai akhir penelitian, sedangkan pada tikus P1 (kontrol positif) hanya ditemukan satu dinding aorta yang sedikit mengalami perubahan (dinding menggelembung). Tidak ditemukan adanya lesi aterosklerosis pada seluruh perlakuan (Gambar 2). Data ini menunjukkan bahwa meskipun tikus telah diberi propiltiourasil (suatu zat antitiroid) untuk meningkatkan kolesterol darah secara endogen, namun hal tersebut tidak mempengaruhi ketahanannya terhadap pembentukan lesi/plak aterosklerosis. Menurut Shefer *et al.* (1992) tikus resisten terhadap aterosklerosis. Spady dan Cuthbert (1992) mengemukakan hal yang sama, bahwa tikus yang diberi pakan tinggi kolesterol tahan terhadap terjadinya hiperkolesterolemia. Pemberian kolesterol pada tikus akan meningkatkan aktivitas dan tingkat mRNA dari *cholesterol 7 α -hydroxylase*, yaitu enzim yang mengontrol laju sintesis asam empedu klasik (Shefer *et al.* 1992; Pandak *et al.* 1991; dan Jelinek *et al.* 1990). Sebaliknya pada kelinci, pemberian kolesterol menghambat aktivitas enzim *cholesterol 7 α -hydroxylase* dan tingkat mRNA, sehingga terjadi peningkatan kadar kolesterol plasmanya.



Gambar 2. Gambaran Histologis Aorta Tikus. Pewarnaan HE, perbesaran 100X (Tidak ditemukan lesi/plak aterosklerosis (→)).

KESIMPULAN

Sterol lembaga gandum terbukti dapat mencegah peningkatan kadar kolesterol pada tikus. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa setelah percobaan berjalan satu bulan, pemberian ekstrak sterol (P4) dan margarin berisi sterol (P5) pada ransum tikus dapat mencegah peningkatan kadar kolesterol total, sedangkan setelah percobaan berjalan selama dua bulan hanya

perlakuan P4 yang masih dapat mencegah peningkatan kadar kolesterol total. Perlakuan pemberian ekstrak sterol (P4) juga merupakan satu-satunya perlakuan yang dapat mencegah peningkatan kadar kolesterol LDL setelah percobaan berjalan dua bulan, dan tidak berbeda nyata dengan kontrol negatif (P0).

Sterol lembaga gandum tidak berperan terhadap perubahan kadar kolesterol HDL tikus, namun komponen lain dalam lembaga gandum

yaitu serat pangan dan asam lemak tak jenuh mempunyai peranan terhadap peningkatan kadar kolesterol HDL.

Tidak ditemukan adanya lesi/plak aterosklerosis pada seluruh perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa tikus resisten terhadap aterosklerosis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada PT Bogasari Flour Mills atas dukungan dana melalui Bogasari Nugraha Tahun 2001.

DAFTAR PUSTAKA

- Davidson, R.R., 2004. Care of Pet Rats <http://potato.xarph.net/~ruthiechan/PetRatCare.html>. [30 Agustus 2004].
- Formo, M.W., E. Jungermann, F.A. Norris, N.O.V. Sonntag NOV. 1979. Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Vol 1, (4th) edition. John Wiley & Sons, Inc. Canada.
- Jenkins, D.J.A *et al.* 2002. Soluble fiber intake at a dose approved by the US Food and Drug Administration for a claim of health benefits: serum lipid risk factors for cardiovascular disease assessed in a randomized controlled crossover trial. *American Journal of Clinical Nutrition*. 75(5): 834-839.
- Katan MB, A.C. Beynen. 1987. Characteristics of human hypo- and hyperresponders to dietary cholesterol. *Am. J. Epidemiol.* 125:387-399.
- Kovanen, P.T., M.S. Brown, S.K. Basu, D.W. Bilheimer, J.L. Goldstein. 1981. Saturation and suppression of hepatic lipoprotein receptor: a mechanism for the hypercholesterolemia of cholesterol-fed rabbits. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 78:1396-1400.
- Maki, K.C. *et al.* 2001. Lipid responses to plant-sterol-enriched reduced-fat spreads incorporated into a National Cholesterol Education Program Step I diet. *American Journal of Clinical Nutrition*. 74:33-43.
- Matvienko *et al.* 2002. A single daily dose of soybean phytosterols in ground beef decreases serum total cholesterol and LDL cholesterol in young, mildly hypercholesterolemic men. *Am. J. of Clin Nutr.* 76:57-64.
- Mensink, R.P., P.L. Zock, A.D.M. Kester, M.B. Katan. 2003. Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: meta-analysis of 60 controlled trials. *American Journal of Clinical Nutrition*. 77(5):1146-1155.
- McNamara, D.J. *et al.* 1987. Heterogeneity of cholesterol homeostasis in man. *J. Clin. Invest.* 79:1729-1739.
- Nicolosi, R. *et al.* 1999. Plasma lipid changes after supplementation with β -glucan fiber from yeast. *American Journal of Clinical Nutrition*. 70(2): 208-212.
- Shefer, S. *et al.* 1992. Differing effects of cholesterol and taurocholate on steady state hepatic HMG-CoA reductase and cholesterol 7-hydroxylase activities and mRNA levels in the rat. *J. Lipid Res.* 33:1193-1200.
- SibTar Company. 1999. Chemical composition of wheat germ oil. http://www.sibline.ru/firms/sibtara/sostav-masla_eng.html [25 Nopember 2004].
- Smith, J.B, S. Mangkoewidjojo. 1988. Pemeliharaan, Pembiakan dan Penggunaan Hewan. Percobaan di Daerah Tropis. UI-Press. Jakarta.
- Spady, D.K, J.A. Cuthbert. 1992. Regulation of hepatic sterol metabolism in the rat. *J. Biol. Chem.* 267:5584-5591.
- Stary, H.C. 2000. Lipid and Macrophage accumulations in arteries of children and the development of atherosclerosis. *American Journal of Clinical Nutrition*. 72(5):1297S-1306S
- Sujono, H. 2003. Mempelajari Pemanfaatan Germ Gandum dalam Pembuatan Cookies. Skripsi Sarjana Jurusan GMSK, Fak. Pertanian, IPB, Bogor.
- Thomsen A.B, H.B. Hansen, C. Christiansen, H. Green, A. Berger. 2004. Effect of free plant sterols in low-fat milk on serum lipid profile in hypercholesterolemic subjects. *EJCN*. 58(6):860-870.
- Usman, A.P. 2000. Potensi Antihyperkolesterolemia Kulit Batang Kayu Gabus (*Alstonia scholaris*, R.Br.). [Disertasi]. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.