

PENGARUH TEMPE SEBAGAI SUMBER PROTEIN TERHADAP PROFIL LIPIDA PADA TIKUS

I Nyoman Sukana Sabudi¹, Y. Marsono² dan Mary Astuti²

ABSTRACTS

Effects of tempe as source of protein in the diet on lipid profile in rats was observed. This research was divided into two studies. The first study investigated the effects of tempe and soy protein diet on the plasma lipid profile (Total Cholesterol, HDL-Cholesterol, LDL-Cholesterol and Triacylglycerol) and the second, observed the effects tempe protein level (0; 25; 50; 75 and 100 % tempe proteins) in the diet on plasma lipid profile. Fifteen Sprague Dawley (SD) rats was used and divided into three groups of five rats the first study. In the second study 25 rats was used and divided into five groups of five rats.

The result showed that tempe protein diet have a similar abilities with soy protein in lowering plasma cholesterol. Tempe protein diet lower Total and LDL-Cholesterol, and Triacylglycerol but increases HDL-Cholesterol. A level of 75 % and 100 % tempe protein diet has a higher ability than 25 % and 50 % tempe protein diet in the lowering total and LDL-cholesterol and increasing HDL-cholesterol. It was also found that the higher tempe protein level, the higher bile acid and sterol faeces excretion. The data indicate that there was a positive correlation between reduction of plasma cholesterol and sterol excretion.

Key word : tempe, protein, lipid profile, bile acid

PENDAHULUAN

Di Indonesia penyakit jantung terutama terjadi di kota-kota besar seperti Jakarta, Surabaya, Bandung. Hasil Survei Kesehatan Rumah Tangga 1992 melaporkan bahwa penyakit jantung sebagai penyebab kematian menduduki urutan pertama (Soekirman *et al.*, 1992 dalam Marsono, 1993).

Salah satu penyebab timbulnya penyakit jantung adalah konsumsi lemak dan kolesterol berlebihan. Lemak dan kolesterol biasanya banyak terdapat dalam sumber pangan hewani misalnya daging dan telur. Upaya pencegahan dapat dilakukan dengan mengurangi konsumsi daging dan telur tetapi karena makanan tersebut merupakan sumber protein maka perlu dicari alternatif pengganti sumber protein nabati, salah satunya tempe.

Tempe merupakan produk olahan secara fermentasi dengan menggunakan bahan dasar kedelai. Berdasarkan Susenas 1993, konsumsi rata-rata tempe pertahun 5,20 kg/kapita. Meskipun jumlah tersebut relatif kecil namun terjadi kecendrungan konsumsi tempe semakin tahun semakin meningkat pada berbagai golongan pendapatan (Sutrisno, 1995).

¹ Sekolah Tinggi Pariwisata Nusa Dua Bali

² Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa tempe mempunyai kemampuan untuk menurunkan kolesterol (Mary Astuti, 1993). Senyawa-senyawa yang mungkin berpengaruh terhadap penurunan kolesterol antara lain protein, asam lemak tidak jenuh tunggal dan majemuk, serat dan antioksidan seperti isoflavon.

Penelitian-penelitian tentang potensi protein kedelai terhadap penurunan kolesterol telah banyak dilakukan dengan berbagai hewan percobaan seperti tikus, kelinci, kerbau, babi (Aljawad *et al.*, 1991; Kurowska and Carroll, 1990; Duvillard *et al.*, 1992; Forsythe, 1995). Pemberian protein kedelai dapat menurunkan kolesterol plasma darah pada hewan percobaan dibandingkan dengan kasein.

Mekanisme penurunan kolesterol dengan protein kedelai dapat dijelaskan sbb. : (1) Aktivitas LDL reseptor hati meningkat yang fungsinya untuk mengambil kolesterol darah, (2) Diet protein kedelai menyebabkan kolesterol eksogen menurun, (3) Ekskresi asam empedu dan sterol feses meningkat. (4) Meskipun protein kedelai meningkatkan aktivitas HMG CoA reduktase untuk sintesa kolesterol endogen tetapi peningkatan kolesterol endogen digunakan untuk sintesa asam empedu dan ekskresi sterol feses sehingga kolesterol pada darah menjadi menurun (Potter, 1995).

Hasil penelitian Potter (1995) menunjukkan bahwa protein kedelai dapat menurunkan kolesterol plasma darah. Salah satu penyebab penurunan kolesterol protein kedelai adalah meningkatnya ekskresi asam empedu ke dalam feses sehingga mendorong sintesis asam empedu pada hati dan menurunkan kolesterol plasma. Apakah protein tempe juga mempunyai efek seperti protein kedelai. Oleh karena itu maka perlu diteliti pengaruh protein tempe terhadap profil lipida pada tikus.

Adapun tujuan dari penelitian ini untuk : (1) Menggali potensi tempe sebagai sumber protein dalam penurunan kolesterol dibandingkan dengan kedelai dan kasein (standar), (2) Mengetahui kadar protein tempe yang dapat memberikan pengaruh terhadap profil lipida, (3) Mengetahui perubahan profil lipida dan kaitannya dengan ekskresi sterol empedu dalam feses.

BAHAN DAN CARA PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung tempe, tepung kedelai sebagai sumber protein untuk mengganti kasein. Pakan tikus yang digunakan mengikuti standar American Institute of Nutrition 1993 (AIN 1993) (Reeves *et al.*, 1993).

Cara Penelitian

Penelitian dibagi menjadi dua tahap yaitu tahap pertama untuk mengetahui pengaruh pemberian tempe dan kedelai terhadap profil lipida (kolesterol total, LDL, HDL, trigliserida) sedangkan tahap kedua untuk mengetahui pengaruh pemberian tempe pada berbagai variasi.

Penelitian tahap pertama

Tikus putih jantan jenis Sprague Dawley (SD) sebanyak 15 ekor dengan umur 10 minggu, berat rata-rata 290 g diadaptasikan dengan pakan standar selama satu minggu. Pakan tinggi lemak dan kolesterol diberikan selama dua minggu. Kemudian tikus dibagi menjadi tiga kelompok masing-masing 5 ekor dan diberikan pakan perlakuan tepung tempe 100% dan tepung kedelai 100% sebagai pengganti protein kasein dengan mengikuti standar AIN 1993 (isoprotein dan isokalori) selama empat minggu.

Pada akhir perlakuan 5 ekor dari tiap kelompok dianestesi, selanjutnya dilakukan pengambilan cairan empedu pada saluran empedu melalui saluran empedu dengan metoda yang dikembangkan Ikegami *et al.* (1990). Pada waktu yang bersamaan dilakukan pengambilan darah dan feses, selanjutnya dianalisis profil lipida serum, sterol empedu dan sterol feses.

Penelitian tahap kedua

Tikus putih jantan sprague Dawley (SD) sebanyak 25 ekor dengan umur 10 minggu, berat rata-rata 290 g diadaptasikan dengan pakan standar selama satu minggu. Pakan tinggi lemak dan kolesterol diberikan selama dua minggu. Kemudian tikus dibagi menjadi lima kelompok masing-masing 5 ekor dan diberikan pakan perlakuan tepung tempe sebanyak 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% sebagai pengganti protein kasein dengan mengikuti standar AIN 1993 (Isoprotein dan Isokalori). selama empat minggu. Langkah berikutnya sama dengan penelitian tahap pertama.

Metoda Analisis

Kolesterol total ditentukan secara enzimatis dengan metoda CHOD-PAP (Richmond, 1973). Kolesterol LDL ditentukan secara enzimatis dengan metoda CHOD-PAP (Wieland and Seidel, 1983). Kolesterol HDL ditentukan secara enzimatis dengan metoda CHOD-PAP (Eckel *et al.*, 1977). Trigliserida ditentukan secara enzimatis dengan metoda GPO-PAP (McGowan *et al.*, 1983 ; Fossati and Principe, 1982). Kolesterol empedu dan feses ditentukan dengan metoda Liebermann-Burchard (Plummer, 1977).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil Lipida

Profil lipida darah tikus sebagai hasil penelitian tahap pertama disajikan pada Tabel 1. Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa pemberian protein tempe atau kedelai dibandingkan dengan kasein lebih rendah kolesterol total, kolesterol LDL, kolesterol HDL dan trigliserida secara nyata ($P < 0,05$).

Tabel 1. Profil lipida darah tikus yang diberi pakan dengan sumber protein kasein, tempe dan kedelai (mg/dl)

Diet	Kolesterol Total	Kolesterol LDL	Kolesterol HDL	Trigliserida
Kasein 100 %	128,8 ± 5,9 ^a	44,8 ± 2,8 ^a	78,9 ± 2,9 ^a	136,3 ± 5,6 ^a
Tempe 100%	114,1 ± 4,9 ^b	40,8 ± 2,4 ^b	75,6 ± 2,0 ^b	125,7 ± 4,5 ^b
Kedelai 100%	114,5 ± 3,1 ^b	40,8 ± 1,8 ^b	74,8 ± 1,2 ^c	124,7 ± 2,8 ^b

Huruf yang berbeda dalam kolom yang sama berbeda nyata ($P < 0,05$).

Nilai rata-rata ± SD dari lima ulangan.

Hasil penelitian ini ternyata menunjukkan bahwa protein tempe mempunyai pengaruh yang sama dengan protein kedelai dalam hal penurunan kolesterol total, kolesterol LDL, kolesterol HDL dan trigliserida secara nyata ($P < 0,05$). Hal ini menjelaskan bahwa pengaruh protein tempe sama dengan pengaruh protein kedelai dalam hal penurunan kolesterol. Penelitian-penelitian tentang pengaruh protein kedelai terhadap penurunan kolesterol telah banyak dilakukan dengan berbagai hewan percobaan seperti tikus, kelinci, babi, kera yang telah dilaporkan oleh Duvillard *et al.*, (1992); Terpestra *et al.*, (1991); Kurowska and Carrol, (1990) yang mendukung penelitian ini.

Penelitian tahap kedua dengan pemberian protein tempe berbagai variasi merupakan kelanjutan dari penelitian tahap pertama, untuk mengetahui pada kadar berapa yang paling baik penurunan kolesterol (profil lipida) pada tikus. Pembahasan lebih rinci akan dijadikan satu antara penelitian pertama dengan kedua.

Tabel 2. Profil lipida darah tikus yang diberi pakan dengan sumber protein tempe berbagai variasi (mg/dl)

Diet	Kolesterol Total	Kolesterol LDL	Kolesterol HDL	Trigliserida
Tempe 0 %	106.4 ± 5.3 ^a	38.7 ± 8.0 ^a	67.7 ± 5.0 ^a	233.9 ± 27.2 ^a
Tempe 25 %	97.4 ± 5.9 ^b	35.5 ± 6.4 ^a	61.9 ± 2.8 ^b	148.6 ± 28.4 ^b
Tempe 50 %	98.9 ± 7.6 ^b	27.5 ± 6.5 ^b	71.3 ± 5.7 ^a	133.3 ± 29.3 ^b
Tempe 75 %	93.7 ± 10.5 ^c	19.4 ± 7.9 ^c	74.3 ± 8.7 ^c	116.1 ± 14.3 ^b
Tempe 100 %	92.5 ± 6.0 ^c	18.4 ± 4.1 ^c	74.0 ± 6.9 ^c	129.9 ± 13.0 ^b

Huruf yang berbeda dalam kolom yang sama berbeda nyata ($P < 0.05$).
 Nilai rata-rata ± SD dari lima ulangan.

Profil lipida darah tikus sebagai hasil penelitian tahap kedua disajikan pada Tabel 2. Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa pemberian protein tempe 25%, 50%, 75% dan 100% dibandingkan 0% (kascin) terjadi penurunan kolesterol total, kolesterol LDL, trigliserida secara nyata ($P < 0.05$) tetapi kolesterol HDL (75% dan 100%) terjadi kenaikan secara nyata ($P < 0.05$).

Kolesterol Total

Hasil penelitian yang disajikan pada Tabel 1 menunjukkan terjadinya penurunan kolesterol total darah tikus secara nyata ($P < 0.05$) dengan diberi pakan dengan sumber protein tempe dan kedelai.

Hasil penelitian yang disajikan pada Tabel 2 menunjukkan terjadinya penurunan kolesterol total darah tikus yang diberi pakan dengan sumber protein tempe berbagai variasi (25%, 50%, 75% dan 100%). Pemberian protein tempe 75% dan 100% pada tikus mempunyai kemampuan lebih besar dan berbeda nyata ($P < 0.05$) untuk menurunkan kolesterol di bandingkan dengan 25% dan 50%.

Protein kascin disusun oleh sebagian besar asam amino esensial sedangkan protein tempe atau kedelai disusun oleh asam amino non esensial. Asam amino esensial lebih cepat diserap dibandingkan dengan asam amino non esensial (Linder, 1985), asam amino esensial didegradasi dalam hati sedangkan asam amino non esensial di dalam jaringan (Zapsalis and Beck, 1986). Dengan kecepatan degradasi asam amino esensial di dalam hati dan absorpsi lebih cepat akan mempercepat sintesa kolesterol dengan tersedianya asetil CoA dari asam amino esensial tersebut.

Semakin banyak kandungan asam amino esensial penyusun protein akan meningkatkan kolesterol semakin tinggi (Kurowska and Carrol, 1990). Kadar asam amino esensial penyusun kasein jauh lebih besar dibandingkan dengan tempe atau kedelai bahkan mendekati tiga berbanding satu. Dalam proses masuknya asam-asam amino ke dalam siklus asam sitrat melalui jalur yang berbeda. Asam amino esensial seperti isoleusin, leusin, triptopan, lisin dan penilalanin masuk ke dalam siklus asam sitrat melalui asetil CoA. Dengan kecepatan asam amino esensial menjadi asetil CoA dan sebagai bahan dasar untuk sintesa kolesterol, hal ini sangat beralasan bahwa kasein dapat meningkatkan kolesterol pada serum darah tikus dibandingkan dengan protein tempe atau kedelai.

Peningkatan kolesterol dengan mengkonsumsi kasein dilaporkan pula oleh Carrol (1981) dalam Kurowska and Carrol (1996) yang menyatakan bahwa protein hewani sebagian besar disusun oleh asam amino esensial sedangkan protein nabati asam amino non esensial. Bila hal ini dihubungkan dengan siklus asam sitrat, maka sangat beralasan protein tempe atau kedelai menurunkan kolesterol.

Kasein termasuk protein hewani yang disusun dari sebagian besar asam amino esensial. Hewan percobaan yang mengkonsumsi protein hewani mempunyai konsentrasi asam amino esensial : lisin, arginin, valin dan isoleusin plasma lebih besar daripada yang mengkonsumsi protein nabati. Perbedaan asam amino plasma dapat mempengaruhi metabolisme kolesterol melalui perubahan konsentrasi hormon, terutama hormon insulin, glukagon dan tiroksin (T_4) yang terlibat dalam metabolisme kolesterol (Forsythe *et al.*, 1986 dalam Forsythe, 1995).

Hormon tiroksin termasuk bagian dari hormon tiroid. Hormon tiroid terdiri dari hormon triyodotironin (T_3) dan tetrayodotironin (T_4 atau tiroksin). Hormon tiroid mempengaruhi metabolisme kolesterol (Mayes *et al.*, 1985). Terjadinya penurunan kolesterol serum darah tikus yang mengkonsumsi protein tempe atau kedelai dibandingkan kasein kemungkinan disebabkan meningkatnya hormon tiroksin (T_4). Pendapat ini didukung juga dari hasil penelitian Barth and Pfeuffer (1988) dalam Forsythe (1995) dengan menggunakan hewan percobaan, hasil penelitiannya menunjukkan bahwa protein kedelai meningkatkan konsentrasi hormon tiroksin (T_4) dibandingkan kasein tetapi menurunkan konsentrasi kolesterol plasma. Penelitian yang dilakukan oleh Potter *et al.*, (1996) pada hamster juga memberikan hasil yang sama yaitu isolat protein kedelai meningkatkan hormon tiroksin (T_4) tetapi menurunkan konsentrasi kolesterol serum dibandingkan kasein.

Mekanisme penurunan kolesterol dengan pemberian protein tempe nampaknya serupa dengan penurunan kolesterol dengan pemberian protein kedelai seperti yang dilaporkan oleh

Potter (1995). Nampaknya penurunan kolesterol pada tikus disebabkan oleh peningkatan ekskresi sterol empedu dan sterol feses sebagai akibat pemberian protein tempe atau kedelai (Tabel 3 dan 4).

Terjadinya penurunan atau kenaikan kolesterol total disebabkan oleh sumber protein yang dikonsumsi berbeda. Sumber protein hewani pada umumnya meningkatkan kolesterol total plasma darah hewan percobaan sedangkan sumber protein nabati menurunkan kolesterol (Carrol and Kurowska, 1995; Kritchesvsky, 1995; Duvillard *et al.*, 1992; Terpestra *et al.*, 1991). Pada penelitian ini, pemberian protein tempe atau kedelai mengakibatkan kolesterol total serum darah tikus lebih rendah daripada tikus yang diberi diet dengan sumber protein kasein (Tabel 1 dan 2).

Penurunan kolesterol total dengan pemberian protein tempe berbagai variasi, disamping disebabkan oleh asam amino protein tempe, kemungkinan juga disebabkan karena jumlah serat yang diberikan melebihi dari standar yang telah ditentukan 50 g dalam 3766 kkal (Reeves *et al.*, 1993). Dalam penelitian ini sumbangan serat dari tempe berbagai variasi melebihi dari standar yang telah ditentukan sehingga hal ini kemungkinan berpengaruh terhadap penurunan kolesterol total.

Disamping itu masih adanya senyawa anti gizi seperti asam fitat dan tripsin inhibitor pada kedelai (sebagai sumber protein) dapat mengganggu metabolisme lipida (kolesterol). Adanya asam fitat dan tripsin inhibitor dalam kedelai sebagai senyawa anti gizi telah dilaporkan oleh Anderson and Wolf (1995).

Tempe dan kedelai mengandung banyak asam lemak linoleat (Wagenknecht *et al.*, 1961 dalam Steinkraus, 1977) yang dilaporkan dapat menurunkan kolesterol total dan kolesterol LDL dibandingkan dengan asam lemak palmitat (Ohtani *et al.*, 1990). Dengan demikian rendahnya kolesterol pada tikus yang diberi diet tempe dan kedelai dibandingkan dengan yang diberi diet kasein ada kemungkinan juga disebabkan oleh pengaruh kandungan asam linoleatnya.

Kolesterol LDL

Berdasarkan hasil penelitian yang ditampilkan pada Tabel 1 memperlihatkan bahwa kolesterol LDL lebih rendah pada tikus yang diberi diet dengan sumber protein tempe atau kedelai dibandingkan kasein. Kolesterol LDL berbeda secara nyata ($P < 0,05$) dengan level 44,84 mg/dl pada pemberian kasein dan 40,78 mg/dl dengan pemberian tempe serta 40,82 mg/dl dengan pemberian kedelai.

Hasil penelitian yang ditampilkan pada Tabel 2 menunjukkan terjadi penurunan kolesterol LDL secara nyata ($P < 0.05$) dengan pemberian protein tempe 50%, 75% dan 100%. Pemberian protein tempe 75% dan 100% pada tikus mempunyai kemampuan lebih besar dan berbeda nyata ($P < 0.05$) untuk menurunkan kolesterol LDL dibandingkan dengan 25% dan 50%.

Kolesterol LDL merupakan lipoprotein yang terdapat pada darah yang mempunyai fungsi untuk mentransfer kolesterol dari hati ke jaringan. Kolesterol LDL disusun dari protein, trigliserida, kolesterol dan fosfolipid dimana kolesterol merupakan penyusun terbesar.

Penurunan LDL secara nyata pada tikus dengan diet protein tempe atau kedelai ada kemungkinan disebabkan oleh meningkatnya aktivitas LDL reseptor hati seperti yang dilaporkan oleh Potter (1995). Peningkatan ini untuk memenuhi ketersediaan kolesterol di dalam jaringan akibat pembentukan kolesterol yang rendah. Dengan demikian lebih banyak kolesterol darah yang diambil, sehingga kadar kolesterol darah menurun. Penurunan kolesterol LDL juga sejalan dengan penurunan trigliserida karena kolesterol LDL merupakan hasil akhir dari katabolisme VLDL yang banyak mengandung trigliserida.

Diet kasein meningkatkan konsentrasi hormon insulin pada serum darah hewan percobaan dibandingkan dengan protein kedelai (Sugano *et al.*, 1982 dalam Beynen *et al.*, 1990). Insulin dapat mengaktifkan enzim lipoprotein lipase (LPL) (Nikkila, 1978 dalam Beynen *et al.*, 1990) yang mempunyai fungsi untuk mengkatalisis VLDL. Dengan meningkatnya katabolisme VLDL dihasilkan kolesterol LDL semakin meningkat.

Isoflavon merupakan senyawa antioksidan yang terdapat dalam kedelai (Potter, 1995) dan tempe (Kasmidjo, 1990). Lovatti *et al.*, (1990) dalam Potter (1995) melaporkan bahwa isolat protein kedelai mengandung isoflavon yang dapat menurunkan kolesterol LDL dan menaikkan kolesterol HDL dibandingkan dengan pemberian kasein. Pada penelitian ini penurunan kolesterol LDL dan meningkatnya kolesterol HDL kemungkinan juga dapat disebabkan pengaruh senyawa antioksidan isoflavon, yang terdapat didalam tempe maupun kedelai.

Kolesterol HDL

Hasil penelitian yang disajikan pada Tabel 2 menunjukkan adanya kenaikan kolesterol HDL dengan pemberian tempe 50%, 75% dan 100%. Pemberian tempe 75% dan 100% menunjukkan kenaikan yang berbeda nyata ($P < 0.05$) dibandingkan dengan kontrol, sedangkan pemberian tempe 50% tidak berbeda nyata dengan kontrol.

Kenaikan kolesterol HDL berhubungan dengan penurunan trigliserida pada darah. Transfer trigliserida menuju hati akan lebih banyak menghasilkan kolesterol HDL karena sisa-sisa protein dari pelepasan trigliserida akan meningkatkan terbentuknya kolesterol HDL.

Menurut Potter (1995), reseptor LDL hati semakin meningkat dengan pemberian protein kedelai, sedangkan salah satu fungsi kolesterol HDL adalah untuk mensintesis LDL reseptor (Adiwijono dan Asdic, 1993). Peningkatan kolesterol HDL darah tikus dengan protein tempe kemungkinan menyebabkan sintesis LDL reseptor meningkat sehingga kolesterol HDL darah yang mempunyai fungsi membawa kolesterol dari jaringan menuju hati meningkat pula untuk memenuhi sintesis LDL reseptor tersebut. Peningkatan kolesterol HDL dengan pemberian protein tempe atau kedelai juga mungkin disebabkan meningkatnya aktivitas enzim LCAT seperti yang telah dilaporkan oleh Schrijver (1990).

Trigliserida

Hasil penelitian yang disajikan pada Tabel 1 dan 2 menunjukkan bahwa pemberian protein tempe atau kedelai dapat menurunkan trigliserida darah tikus secara nyata ($P < 0,05$).

Penurunan trigliserida ini kemungkinan disebabkan karena perbedaan absorpsi asam amino non esensial dan asam amino esensial dimana absorpsi asam amino non esensial lebih lambat dibandingkan dengan asam amino esensial (Linder, 1985). Dengan demikian kemungkinan pembentukan kilomikron dan kilomikron remnan (sisa kilomikron) lebih lambat dan keterlambatan ini juga berhubungan dengan kesempatan enzim lipoprotein lipase untuk mengkatalisis kilomikron lebih banyak menjadi trigliserida sebelum sampai di hati, selanjutnya trigliserida dikirim ke jaringan sehingga kadar trigliserida darah menjadi menurun.

Degradasi asam amino esensial terjadi di hati sedangkan asam amino non esensial dikatalisis hampir di semua jaringan (Zapsalis and Beck, 1986). Asam amino non esensial sebagai salah satu pembentuk kilomikron dan dengan bantuan enzim lipoprotein lipase terjadi katalisis trigliserida dan sekaligus katalisis asam amino non esensial sehingga terjadi transfer trigliserida lebih banyak ke jaringan untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi dibandingkan ke hati.

Sterol**Sterol Empedu**

Hasil penelitian yang disajikan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa pemberian tempe atau kedelai dapat meningkatkan ekskresi sterol empedu secara nyata ($P < 0,05$) dibandingkan dengan pemberian kasein.

Tabel 3. Sterol empedu dan feses yang diberi pakan dengan sumber protein kasein, tempe dan kedelai.

Diet	Sterol Empedu (mg/dl)	Sterol Feses (mg/100 g)
Kasein 100 %	22.2 ± 0.7 ^a	7.9 ± 0.7 ^a
Tempe 100 %	25.8 ± 0.7 ^b	11.5 ± 0.6 ^b
Kedelai 100 %	27.2 ± 0.9 ^b	11.9 ± 0.5 ^b

Huruf yang berbeda dalam kolom yang sama berbeda nyata ($P < 0.05$).

Nilai rata-rata ± SD dari lima ulangan.

Hasil penelitian yang disajikan pada Tabel 4 menunjukkan terjadinya kenaikan sterol empedu tikus yang diberi pakan dengan sumber protein tempe berbagai variasi (25%, 50%, 75% dan 100%) dibandingkan 0% (kasein). Pemberian protein tempe 75% dan 100% mempunyai kemampuan yang lebih besar dan berbeda nyata ($P < 0,05$) untuk menaikkan sterol empedu dibandingkan 25% dan 50%. Sedangkan protein tempe 50% lebih besar dan berbeda nyata ($P < 0,05$) untuk menaikkan sterol empedu dibandingkan 25%.

Kenaikan ekskresi sterol empedu disebabkan karena sirkulasi enterohepatik menurun (Potter, 1995; Montgomery *et al.*, 1983). Biosintesis sterol empedu diatur oleh jumlah sterol empedu yang dikembalikan dari usus ke hati. Biosintesis meningkat bila terjadi penurunan enterohepatik sterol empedu.

Tabel 4. Sterol empedu dan feses yang diberi pakan dengan sumber protein tempe berbagai variasi.

Diet	Sterol Empedu (mg/dl)	Sterol Feses (mg/100 g)
Tempe 0 %	15,1 ± 0,5 ^a	5,4 ± 0,5 ^a
Tempe 25 %	18,1 ± 0,8 ^b	6,5 ± 0,5 ^b
Tempe 50 %	22,1 ± 0,7 ^c	10,0 ± 0,5 ^c
Tempe 75 %	28,0 ± 0,7 ^d	12,3 ± 0,4 ^d
Tempe 100 %	25,9 ± 0,7 ^d	11,9 ± 0,4 ^d

Huruf yang berbeda dalam kolom yang sama berbeda nyata ($P < 0.05$).

Nilai rata-rata ± SD dari lima ulangan.

Meningkatnya ekskresi sterol empedu dengan pemberian protein tempe kemungkinan disebabkan protein tempe merangsang ekskresi sterol empedu, tetapi mekanisme terjadinya tidak jelas. Hal ini diduga serupa dengan protein kedelai yang telah dilaporkan oleh Potter (1995).

Dengan diet kasein menyebabkan rendahnya ekskresi asam empedu (sterol empedu), hal ini kemungkinan disebabkan absorpsi sterol empedu lebih cepat dan ketersediaan kolesterol pada darah menjadi lebih banyak dibandingkan dengan protein kedelai (Beynen *et al.*, 1990). Kemungkinan yang lain adalah perbedaan konversi sterol empedu oleh bakteri flora dalam usus (Beynen *et al.*, 1990). Dengan diet kasein, sterol empedu dikonversikan ke dalam bentuk lain lebih rendah dibandingkan dengan diabsorpsi atau didaur ulang (enterohepatik) sehingga kadar sterol empedu menjadi lebih rendah dibandingkan dengan diet protein tempe atau kedelai.

Hormon yang terlibat dalam metabolisme kolesterol bertanggung jawab terhadap penurunan kolesterol dengan pemberian protein tempe atau kedelai. Peningkatan ekskresi sterol empedu berhubungan dengan peningkatan hormon tiroid, peningkatan LDL reseptor hati.

Sterol Feses

Hasil penelitian pada Tabel 3 menunjukkan bahwa pemberian tempe atau kedelai dapat meningkatkan sterol feses secara nyata ($P < 0,05$) dibandingkan dengan pemberian kasein.

Hasil penelitian yang disajikan pada Tabel 4 menunjukkan terjadinya kenaikan sterol feses tikus yang diberi pakan dengan sumber protein tempe berbagai variasi (25%, 50%, 75% dan 100%) dibandingkan 0% (kasein). Pemberian protein tempe 75% dan 100% mempunyai kemampuan yang lebih besar dan berbeda nyata ($P < 0,05$) untuk menaikkan sterol feses dibandingkan 25% dan 50%. Sedangkan protein tempe 50% lebih besar dan berbeda nyata ($P < 0,05$) untuk menaikkan sterol feses dibandingkan 25%.

Peningkatan jumlah sterol feses sejalan dengan ekskresi sterol empedu. Semakin tinggi ekskresi sterol empedu, semakin tinggi pula sterol yang ada pada feses. Peningkatan ekskresi sterol feses alasannya sama dengan peningkatan ekskresi sterol empedu.

Hasil perhitungan secara statistik antara profil lipida dengan kenaikan sterol feses pada pemberian protein tempe berbagai variasi terjadi korelasi secara nyata ($P < 0,05$) : kolesterol total ($r = 0,943$), kolesterol LDL ($r = 0,970$), kolesterol HDL ($r = 0,971$) sedangkan trigliserida ($r = 0,858$) tidak terjadi korelasi.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kenaikan ekskresi sterol empedu ke dalam feses berhubungan dengan penurunan kolesterol total, kolesterol LDL dan kenaikan kolesterol HDL tetapi tidak berhubungan dengan trigliserida. Hal ini memperkuat alasan bahwa mekanisme penurunan kolesterol disebabkan oleh meningkatnya ekskresi sterol empedu ke dalam feses. hal yang serupa juga dilaporkan oleh Potter (1995).

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan:

1. Protein tempe mempunyai kemampuan yang serupa dengan protein kedelai dalam menurunkan kolesterol total serum darah pada tikus Sprague Dawley (SD).
2. Protein tempe dapat menurunkan kolesterol total, kolesterol LDL, trigliserida dan menaikkan kolesterol HDL.
3. Pemberian protein tempe 75% dan 100% mempunyai kemampuan yang lebih besar dibandingkan dengan 25% dan 50% dalam menurunkan kolesterol total, kolesterol LDL dan menaikkan kolesterol HDL.
4. Pemberian protein tempe yang semakin besar akan meningkatkan ekskresi sterol empedu ke dalam feses yang berhubungan dengan penurunan kolesterol total, kolesterol LDL dan kenaikan kolesterol HDL tetapi tidak berhubungan dengan trigliserida
5. Tempe sebagai sumber protein dapat memberikan pengaruh terhadap profil lipida (kolesterol total, kolesterol LDL, kolesterol HDL dan trigliserida) serum darah tikus Sprague Dawley (SD)

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwijono dan Asdic. A.H., 1993. Dislipidimia pada diabetes militus tipe II, patofisiologi dan pendekatan terapi. *Berkala Ilmu Kedokteran XXV.4* : 189 -201
- Aljawad, N.S., Fryer, E.B. and Holly C.F., 1991. Effects of casein, soy, and whey proteins and amino acids supplementation on cholesterol metabolism in rats, *J. Nutr. Biochem.* (2):150-155.
- Anderson, R.L. and Wolf, W.J., 1995. Compositional changes in trypsin inhibitors, phytic acid, saponins and isoflavones related to soybean processing. *J. Nutr.* 125 : 581S - 588S.
- Beynen, A.C., West, C.E., Spaaij, C.J.K., Huisman, J., Leeuwen, P.V., Schutte J.B. and Hackeng, W.L., 1990. Cholesterol metabolism, digestion rates and postprandial changes

- in serum of swine fed purified diets containing either casein or soybean protein. *J. Nutr.* 120 : 422 - 430.
- Carroll, K.K. and Kurowska, E.M., 1995. Soy consumption and cholesterol reduction : Review of animal and human studies. *J. Nutr.* : 594S-597S.
- Duvillard, S.P.V., Stucchi, A.F., Terpstra A.H.M. and Nicolosi, R.J., 1992. The effect of dietary casein and soybean protein on plasma lipid levels in cebus monkey fed cholesterol-free or levels in cebus monkey fed cholesterol-free or cholesterol-enriched semipurified diets. *J. Nutr. Biochem* (3) : 71 - 74.
- Eckel, W., Stone, P., Ellis, S. and Colwell, 1977. Cholesterol determination in High-Density Lipoprotein separated by three different methods. *Clin Chem.* 23 : 882 - 884.
- Forsythe, W.A.III., 1995. Soy protein, thyroid regulation and cholesterol metabolism. *J. Nutr.* 125 : 619S - 623S.
- Fossati, P. and Principe, L., 1982. Serum triglycerides determined colorimetrically with an enzyme that produces hydrogen peroxide. *Clin. Chem.* 28 : 2077 - 2080.
- Gasperse, A., 1994. Metode Perancangan Percobaan. Armico Bandung.
- Ikegami, S., Tsuchihashi, F., Harada, H., Tsuchihashi, N., Nishide, E. and Innami, S., 1990. Effect of viscous indigestible polysaccharides on pancreatic biliary secretion and digestive organs in rats. *J. Nutr.* Vol 120 : 353 - 360.
- Kritchevsky, D., 1995. Dietary Protein, Cholesterol and Atherosclerosis : A review of the early history. *J. Nutr.* 125 : 589S - 593S.
- Kurowska, E.M. and Carroll, K.K., 1990. Essential amino acids in relation to hypercholesterolemia induced in rabbits by dietary casein. *J. Nutr.* 120 : 831-836.
- Kurowska, E.M. and Carroll, K.K., 1996. LDL versus apolipoprotein B responses to variable proportion of selected amino acids in semipurified diet fed to rabbits and in the media of HepG2 cells. *J. Nutr. Biochem.* 7 : 418 - 424.
- Linder, M.C., 1985. Nutritional biochemistry and metabolism. Elsevier Science Publishing Company, Inc., California.
- Marsono, Y., 1993. Complex carbohydrates and lipids in rice products-effects on large bowel volatile fatty acids and plasma cholesterol in animals. PhD Thesis, Flinders University of South Australia, Adelaide.
- Mary Astuti, 1993. Iron Bioavailability of Traditional Indonesian soybean tempe. PhD Thesis, Tokyo University of Agriculture, Japan.
- Mayes, P.A., D.K. Granner, V.W. Rodwell and D.W. Martin, J.R., 1985. Harper's review of biochemistry. Diterjemahkan oleh I. Darmawan. EGC Kedokteran Jakarta.

- McGowan, M.W., Artiss, J.D., Standbergh, R. and Zak 1983. A peroxidase-coupled methods for the colorimetric determination of serum triglycerides. *Clin. Chem.* 29 : 538 - 542.
- Montgomery, R., Dryer, R.L., Conway, T.W. and Spector, A.A., 1983. *Biochemistry : A Case-Oriented Approach*. Mosby Company, Iowa, diterjemahkan oleh Ismadi, M. Penerbit Gadjah Mada University Yogyakarta.
- Ohtani, H., Hayashi, K., Hirata, J., Dojo, S., Nakashima, K., Nishio, E., Kurushima, H., Saeki, M. and Kajiyama, G., 1990. Effects of dietary cholesterol and fatty acids on plasma cholesterol level and hepatic lipoprotein metabolism. *J. Lipid Res.* 31 : 1413 - 1422.
- Plummer, D.T., 1977. *An introduction to practical biochemistry*. Tata McGraw-Hill Publishing Company LTD. Bombay New Delhi.
- Potter, S.M., 1995. Overview of proposed mechanisms for the hypocholesterolemic effect of soy. *J. Nutr.* 125:606S-611S.
- Potter, S.M., Pertile, J. and Berber-Jimenez, M.D., 1996. Soy protein concentrate and isolated soy protein similarly lower blood serum cholesterol but differently affect thyroid hormones in hamsters. *J. Nutr.* 126 : 2007 - 2011.
- Reeves, P.G., Nielsen, F.H. and Fahey, G.C., 1993. AIN-93 purified diets for laboratory rodents : final report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc writing committee on the reformulation of the IAN-76 A Rodent diet. *J. Nutr.* Vol 123 : 1939 - 1951.
- Richmond, W., 1973. Enzymatic determination of total serum cholesterol. *Clin Chem.* 19 : 1350 - 1354.
- Schrijver, R.D., 1990. Cholesterol metabolism in mature and immature rats fed animal and plant protein. *J. Nutr.* 120 : 1624 - 1632.
- Soetrisno, N., 1995. Tinjauan ekonomi tempe Indonesia. *Simposium Nasional Tempe*, Yogyakarta.
- Terpstra, A.H.M., Holmes, J.C. and Nicolosi, R.J., 1991. The hypocholesterolemic effect of dietary soybean protein vs casein in hamsters fed cholesterol-free or cholesterol-enriched semipurified diets. *J. Nutr.* 121:944-947.
- Wieland, H. and Seidel, D., 1983. Cholesterol determination. *J. Lipid Res.* 24 : 904 - 905.
- Zapsalis, C. and Beck, R.A., 1986. *Food Chemistry and Nutritional Biochemistry*. Macmillan Publishing Company, New York.