

## AKTIVITAS ANTIOKSIDATIF DAN HIPOKOLESTEROLEMIK EKSTRAK TEH HIJAU DAN TEH WANGI PADA TIKUS YANG DIBERI RANSUM KAYA ASAM LEMAK TIDAK JENUH GANDA

[Antioxidative and Hypocholesterolemic Activity of Green Tea and Jasmine Green Tea Extracts in Rats Fed with High Polyunsaturated Fatty Acids (PUFA)]

Arif Hartoyo <sup>1)</sup>, dan Mary Astuti <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fateta-IPB

<sup>2)</sup> Fakultas Teknologi Pertanian UGM - Yogyakarta

### ABSTRACT

*The aim of this study was to evaluate in-vivo the antioxidative and hypocholesterolemic activity of green tea and jasmine green tea extracts in 3.5-month-old Sprague Dawley male rats given high PUFA diet for 4 weeks. In rats fed with (ad libitum or force-ally adted) high PUFA diet supplemented with green tea extract, serum and liver homogenate malondialdehyde level and the liver homogenate cholesterol level were greater than rats fed with the high PUFA diet supplemented with jasmine green tea extract pn the control. In contrast, no change was observed in serum cholesterol level in rats fed with the high PUFA diet containing green tea or jasmine green tea extract as compared with the high PUFA diet.*

Key words : Green tea, jasmine green tea, antioxidative, hypocholesterolemic

### PENDAHULUAN

Penyakit jantung koroner (PJK) kini menjadi penyebab kematian utama di banyak negara, termasuk Indonesia. Hasil Survei Kesehatan Rumah Tangga (SKRT) Departemen Kesehatan RI. tahun 1992 menunjukkan bahwa PJK menempati urutan pertama penyebab kematian di Indonesia (Baraas, 1992). Salah satu pemicunya adalah pola makan yang kurang berimbang, cenderung mengkonsumsi makanan berlemak tinggi tetapi miskin serat.

Oleh karena itu masyarakat dianjurkan oleh para ahli gizi untuk mengurangi konsumsi lemak terutama lemak jenuh dan kolesterol. Namun akhir-akhir ini ditemukan bahwa pokok permasalahan bukan sekedar jumlah dan komposisi lemak (jenuh atau tidak jenuh) yang dikonsumsi, tetapi mekanisme baru yang ditemukan menghubungkan antara kejadian PJK dengan reaksi radikal bebas dan produk oksidasi yang berasal dari makanan atau dalam tubuh sendiri.

Produk oksidasi yang berupa malonaldehid, peroksida lipid dan kolesterol oksida diyakini dapat menginisiasi terjadinya aterosklerosis yang merupakan salah satu faktor resiko utama terjadinya PJK (Fu et al., 1998; Halliwell dan Chirico, 1993). Oleh karena itu pemberian antioksidan dalam pangan untuk menghambat terjadinya proses oksidasi yang dapat menekan jumlah

produk oksidasi, secara tidak langsung turut menurunkan resiko terjadinya PJK.

Penelitian tentang sifat fungsional teh potensial dikembangkan di Indonesia. Selain belum banyak diteliti, teh yang tumbuh di Indonesia yaitu varietas *asamica* mempunyai kandungan katekin yang lebih tinggi dibandingkan varietas *sinensis* yang banyak terdapat di Jepang dan China (Bambang et al., 1996).

Berdasarkan hal-hal tersebut di atas, maka dilakukan penelitian pengaruh ekstrak teh hijau dan teh wangi terhadap sifat antioksidatif dan hipokolesterolemiknya pada tikus percobaan yang diberi ransum kaya asam lemak tak jenuh ganda. Selain teh hijau, teh wangi juga dipilih karena teh wangi merupakan teh yang biasa dikonsumsi masyarakat Indonesia khususnya masyarakat Jawa. Penelitian ini juga bermanfaat untuk menggali potensi alam yang tersedia berupa tanaman teh dan menggali potensi antioksidan alami untuk pangan yang lebih aman sebagai alternatif pengganti antioksidan sintesis.

### METODOLOGI

#### Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan antara lain tepung terigu, teh hijau dan teh wangi yang dibuat dari daun teh varietas *asamica*, beberapa bahan kimia seperti 1,1,3,3

tetraetoksipropana (TEP) untuk standar penentuan malonaldehid (MDA), thiobarbituric acid (TBA), L-cys, kasein, kolesterol dan NaCl yang berasal dari *Sigma Chemical Co.*, campuran mineral (AIN-93-MX), campuran vitamin (AIN-93-VX), pati jagung, sukrosa, minyak kedelai, dan kit enzimatis (*DiaSys Diagnostic System, Germany*) untuk menentukan kadar kolesterol.

Alat yang digunakan antara lain spektrofotometer, homogenizer, pengering beku, sentrifus, vortek, alat bedah tikus sebagian besar ada di lab oratorium Gizi PAU Pangan dan Gizi UGM. Sedangkan tikus percobaan yang digunakan adalah jenis *Sprague Dawley* jantan, berumur 3.5 bulan, yang diperoleh dari Unit Pengembangan Hewan Percobaan (UPHP) UGM.

**Metode**

**Preparasi ekstrak teh (Yen dan Chen, 1995)**

Ekstrak teh hijau dan teh wangi disiapkan dengan mencelupkan teh dalam air mendidih (50 g/l air) selama 5 menit. Kemudian filtrat dikeringkan dengan pengering beku. Hasilnya berupa ekstrak teh kering.

**Perlakuan hewan coba**

Tikus jenis *Sprague Dawley* (SD) jantan umur 3.5 bulan berjumlah 40 ekor dibagi menjadi 5 kelompok. Lama percobaan 30 hari terdiri dari 2 hari adaptasi dan 28 hari perlakuan. Ransum dibuat dalam bentuk pelet dan komposisi masing-masing jenis ransum (isokalori) dapat dilihat pada Tabel 1. Pemberian air minum secara *ad libitum*.

Pada akhir percobaan tikus diambil darahnya pada *plexus retroorbitalis* dengan menggunakan pipet mikrohematokrit. Kemudian tikus dibedah untuk diambil organ hatinya.

**Analisis**

**Thiobarbituric Acid Reactive Substances (TBARS) ( Tapel and Zalkin, 1959)**

Penentuan kadar TBARS dilakukan pada serum darah dan homogenat hati tikus percobaan. Serum darah didapatkan dari darah tikus yang dibiarkan menggumpal, kemudian disentrifus 3500 rpm, 15 menit. Sedangkan homogenat hati didapat dari hati tikus yang dicampur NaCl 0.9 % dengan perbandingan 1 : 9 (berat/volume), kemudian dihomogeniser. Analisis TBARS dilakukan dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 532 nm. Standar yang digunakan adalah senyawa 1,1,3,3 tetraetoksipropana (TEP).

**Kolesterol**

*Enzymatic kits* yang diperoleh dari *DiaSys* digunakan untuk menentukan kadar kolesterol serum. Prinsip reaksinya berdasarkan proses hidrolisis secara enzimatis dan oksidasi. Indikator kolorimetri quinoneimine terbentuk dari reaksi antara hidrogen peroksida dan 4-aminoantipyrine dengan adanya fenol dan peroksidase.

Tabel 1. Komposisi Ransum perlakuan tikus

Bahan	Ransum (g/kg)				
	NTNT	TNT	TTHR	TTHF	TTWR
Pati jagung	621	-	-	-	-
Tp. terigu	-	844.7	844.7	844.7	844.7
Kasein	140	26	26	26	26
Sukrosa	100	100	100	100	100
Minyak Kedelai	140	131	131	131	131
CMC	50	50	50	50	50
Mineral mix	35	35	35	35	35
Vitamin mix	10	10	10	10	10
L-cys	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
Kolesterol	4	4	4	4	4
Ekstrak teh	-	-	10	0.1*	10
Total Kalori	4700	4700	4700	4700	4700

Keterangan :

- NTNT : tanpa tepung terigu dan tanpa ekstrak teh (mengacu pada Reeves et al., 1993) sebagai kontrol bagi kelompok TNT)
- TNT : dengan penambahan tepung terigu, tanpa penambahan ekstrak teh (sebagai kontrol bagi diet perlakuan TTHR, TTHF, TTWR)
- TTHR : dengan penambahan tepung terigu dan ekstrak teh hijau sebanyak 10 g/kg ransum
- TTHF : dengan penambahan tepung terigu dan pemberian ekstrak teh hijau secara *force feeding* (100 mg/ekor/hari)
- TTWR : dengan penambahan tepung terigu dan ekstrak teh wangi sebanyak 10 g/kg ransum

### Rancangan percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) 5 jenis perlakuan dan 8 ulangan. Kemudian data yang diperoleh dianalisis dengan ANOVA satu arah dan uji lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil) pada tingkat kepercayaan 99% dan 95%, menggunakan program SPSS versi 7.5.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Performa Tikus Percobaan

Penggantian sumber karbohidrat pati jagung dengan tepung terigu dalam ransum, nampak tidak menyebabkan pertambahan berat badan yang berbeda pada tikus *Sprague Dawley* selama percobaan. Hal ini ditunjukkan pada pertambahan berat badan tikus kelompok NTNT (tanpa terigu tanpa teh) yang tidak berbeda nyata dengan kelompok TNT (terigu tanpa teh) ( $P > 0.05$ ).

Rasio jumlah asupan ransum terhadap pertumbuhan berat badan tikus antar kelompok relatif tidak berbeda, kecuali pada kelompok TTHF (terigu dengan teh hijau secara *force feeding*). Nilai rasio jumlah asupan terhadap pertumbuhan berat badan tikus berturut-turut adalah 7.97, 9.37, 9.57, 27.54, dan 8.02. Semakin tinggi nilai rasio maka semakin rendah pertambahan berat badan tikus yang berarti untuk pertambahan 1 g berat badan tikus dibutuhkan jumlah ransum yang semakin besar.

Kelompok tikus yang diberi perlakuan ekstrak teh hijau secara *force feeding* 100 mg/hari/ekor (kelompok TTHF) menyebabkan pertambahan berat badan dan berat hati relatif lebih rendah dibandingkan kelompok lain (lihat Tabel 2). Pertambahan berat badan yang relatif lebih rendah kemungkinan disebabkan beberapa hal. Menurut Juhel et al., (2000), ekstrak teh hijau mampu menghambat aktivitas enzim lipase lambung dan lipase pankreas. Akibatnya lipid tidak tercerna secara sempurna dan akhirnya sebagian besar akan dikeluarkan bersama feses. Seperti diketahui kedua enzim tersebut merupakan enzim

utama dalam pencernakan lipid pada manusia dan mamalia. Selain itu dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa katekin teh hijau tidak hanya menghambat aktivitas enzim lipase, tetapi juga menghambat aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase (Matsumoto et al., 1993), sukrase dan  $\alpha$ -glukosidase (Honda dan Hara, 1993), serta protease (Griffiths, 1986 dalam Juhel et al., 2000).

Chan et al., (1999) juga menyebutkan bahwa rendahnya pertambahan berat badan tikus yang diberi ekstrak teh hijau, kemungkinan disebabkan oleh pengaruh katekin teh dalam meningkatkan hidrolisis trigliserida dalam tubuh menjadi asam lemak bebas untuk proses oksidasi. Hal ini dibuktikan dengan tingginya asam lemak bebas dalam karkas tikus yang ditelitinya.

Pada kelompok tikus yang diberi ekstrak teh dalam ransum (kelompok TTHR dan TTWR) pertambahan berat badan tikus perlakuan tidak berbeda dengan kelompok kontrol. Hal yang sama juga ditunjukkan oleh penelitian Chan et al., (1999). Pada penelitian Chan et al., (1999) ini meskipun lemak banyak disekresi melalui feses pada tikus yang mendapat perlakuan ekstrak teh hijau, namun tidak mempengaruhi pertambahan berat badan tikus. Hal sebaliknya didapat oleh Sayama et al., (1996), hanya dengan menambahkan ekstrak teh hijau sebesar 5 g/kg ransum sudah cukup menghambat pertambahan berat badan tikus. Hasil yang berbeda ini perlu dikaji lebih lanjut.

### Kolesterol Serum Darah dan Homogenat Hati

Penambahan kolesterol sebanyak 4 g/kg ransum yang diberikan selama 4 minggu perlakuan diharapkan dapat meningkatkan kadar kolesterol darah tikus. Dari beberapa percobaan yang telah dilakukan pemberian kolesterol 3.3 g/kg ransum selama 2 minggu (Sumarsih et al., 1998) dan 5 g/kg ransum selama 3 minggu (Osada et al., 1998) sudah cukup meningkatkan kadar kolesterol darah. Namun pada penelitian ini penambahan kolesterol dalam ransum nampaknya tidak berpengaruh pada kadar kolesterol darah tikus (Gambar 1).

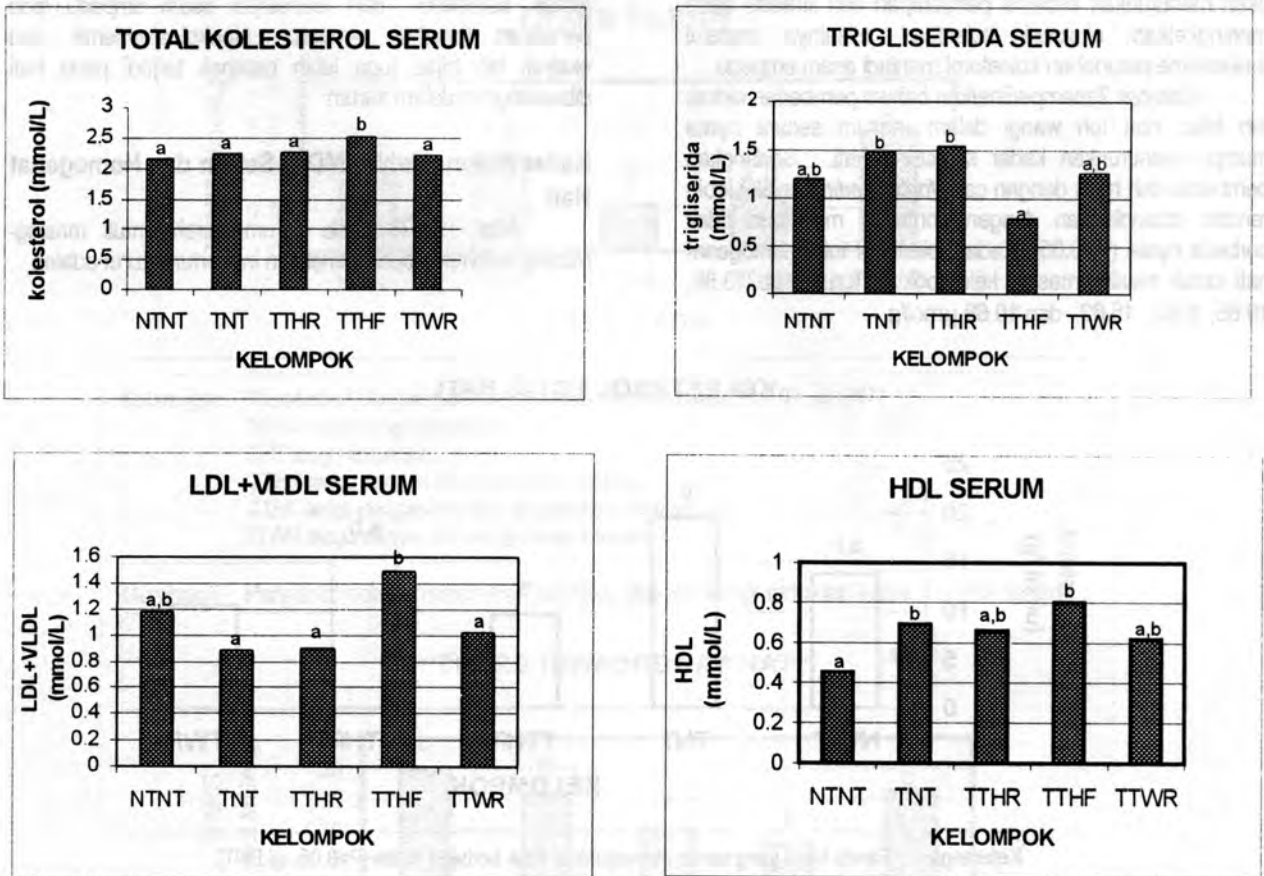
Tabel 2. Performa tikus percobaan

Kelompok * Ransum	BB tikus awal (g)	Pertambahan BB (g/28 hari)	Jumlah asupan (g/hari/ekor)	Berat Hati (g/100 g BB)
NTNT	275.68 $\pm$ 5.28	45.21 $\pm$ 5.58 b**	12.87 $\pm$ 0.36 c	3.11 $\pm$ 0.13 c
TNT	332.76 $\pm$ 7.56	44.24 $\pm$ 4.90 b	14.80 $\pm$ 0.95 b	2.77 $\pm$ 0.06 b
TTHR	355.20 $\pm$ 7.68	47.85 $\pm$ 4.64 b	16.36 $\pm$ 0.41 a	2.51 $\pm$ 0.10 b
TTHF	326.66 $\pm$ 6.46	13.34 $\pm$ 3.66 a	13.12 $\pm$ 0.29 c	2.15 $\pm$ 0.06 a
TTWR	277.60 $\pm$ 4.46	48.68 $\pm$ 5.14 b	13.94 $\pm$ 0.35 b	2.57 $\pm$ 0.12 b

Keterangan : \* NTNT : tanpa terigu tanpa teh, TNT terigu tanpa teh, TTHR terigu dengan teh hijau

TTHF : terigu dengan teh hijau secara *force feeding*, TTWR terigu dengan teh wangi dalam ransum.

\*\*Tanda huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ( $P > 0.05$ , uji BNT)



Keterangan : Tanda huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ( $P > 0.05$ , uji BNT).

- NTNT : tanpa terigu tanpa teh
- TNT : terigu tanpa teh,
- TTHR : terigu dengan teh hijau,
- TTHF : terigu dengan teh hijau secara *force feeding*,
- TTWR : terigu dengan teh wangi.

Gambar 1. Pengaruh penambahan ekstrak teh terhadap kadar kolesterol serum darah tikus.

Kadar kolesterol total serum untuk masing – masing kelompok berturut-turut: 2.16, 2.25, 2.26, 2.53, dan 2.21 mmol/L. Kadar trigliserida serum berturut-turut 1.19, 1.47, 1.54, 0.79, dan 1.26 mmol/L. Kadar HDL serum berturut-turut 0.45, 0.69, 0.66, 0.8, dan 0.62 mmol/L. Sedangkan kadar LDL+ VLDL serum berturut-turut 1.18, 0.89, 0.9, 1.49, dan 1.02 mmol/L.

Mengingat kadar kolesterol darah dalam keadaan normal (normokolesterolemik) maka efek hipokolesterolemik dari pemberian ekstrak teh tidak nampak pada serum. Efek hipokolesterolemik ekstrak teh hijau sangat nampak pada tikus hiperkolesterolemik (Chan et al., 1999).

Mahfouz dan Kummerow (2000) mengemukakan bahwa tikus (SD) kurang sensitif terhadap perlakuan ransum tinggi kolesterol dibandingkan dengan kelinci. Hal senada diungkapkan oleh Mayes (1995) yang menyatakan bahwa tikus termasuk hewan yang resisten terhadap pemberian diet kolesterol.

Selain itu tubuh sebenarnya mempunyai mekanisme homeostasis untuk mempertahankan kadar kolesterol tetap normal meskipun asupan kolesterol dari diet bervariasi. Pada saat asupan kolesterol dari diet rendah maka tubuh akan meningkatkan efisiensi penyerapan kolesterol tersebut dan juga akan meningkatkan sintesis kolesterol. Sebaliknya pada saat

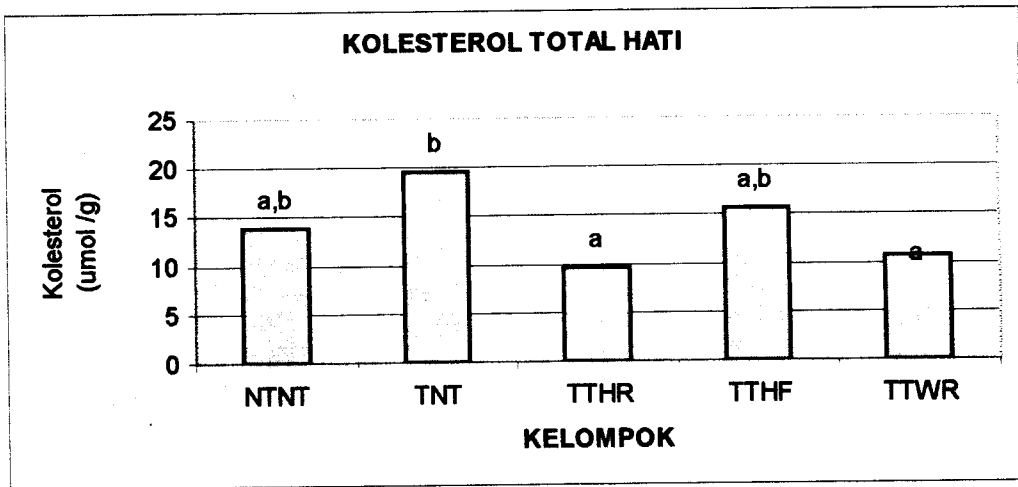
jumlah kolesterol dari diet tinggi tubuh secara otomatis akan menurunkan efisiensi penyerapan dan sintesis serta meningkatkan ekskresi kolesterol misalnya melalui mekanisme perubahan kolesterol menjadi asam empedu.

Gambar 2 memperlihatkan bahwa pemberian ekstrak teh hijau dan teh wangi dalam ransum secara nyata mampu menurunkan kadar kolesterol hati. Sedangkan pemberian teh hijau dengan cara *force feeding* sedikit lebih rendah dibandingkan dengan kontrol, meskipun tidak berbeda nyata ( $P>0.05$ ). Kadar kolesterol total homogenat hati untuk masing-masing kelompok berturut-turut: 13.89, 19.65, 9.63, 15.62, dan 10.69  $\mu\text{mol/g}$ .

lebih banyak karena pengaruhnya terhadap absorpsi lemak, kolesterol dan reabsorpsi asam empedu. Pada penelitian tersebut pengaruh hipokolesterolemik dari ekstrak teh hijau juga lebih nampak terjadi pada hati dibandingkan dalam serum.

**Kadar Malonaldehid (MDA) Serum dan Homogenat Hati**

Nilai TBARS pada serum darah untuk masing-masing kelompok pada penelitian ini berturut-turut adalah



Keterangan : Tanda huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ( $P>0.05$ , uji BNT).  
 NTNT tanpa terigu tanpa teh,  
 TNT terigu tanpa teh,  
 TTHR terigu dengan teh hijau dalam ransum,  
 TTHF terigu dengan teh hijau secara *force feeding*,  
 TTWR terigu dengan teh wangi dalam ransum

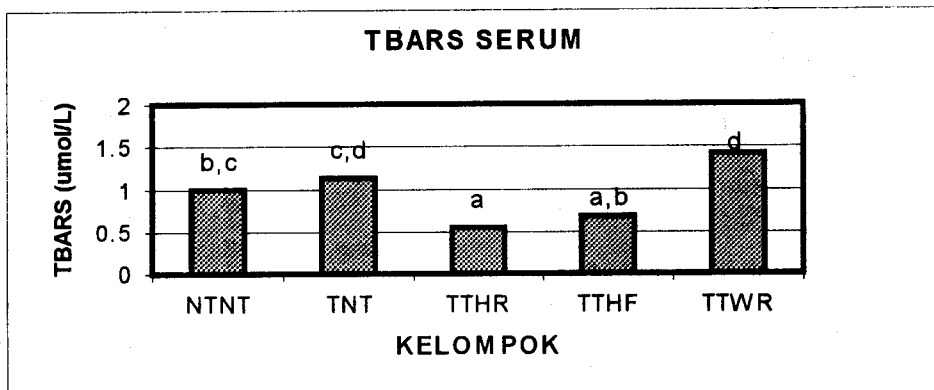
Gambar 2. Pengaruh perlakuan ekstrak teh pada total kolesterol homogenat hati..

Perbedaan pengaruh ekstrak teh terhadap kadar kolesterol serum dan homogenat hati belum diketahui penyebabnya. Beberapa peneliti sebelumnya menduga bahwa sifat hipokolesterolemik dari katekin teh berkaitan erat dengan pengaruhnya terhadap enzim *3-hidroxy-3-methyl glutaryl Coenzim A Reductase* (HMG-CoA-R) sebuah enzim kunci dalam sintesis kolesterol di hati, dan *Acyl CoA : Cholesterol Acyl Transferase* (ACAT) yang berperan penting dalam esterifikasi cholesteryl usus sebelum kolesterol diabsorpsi dan diangkut dalam kilomikron.

Namun, Chan et al., (1999) dalam penelitiannya menggunakan hamster (*Mesocricetus auratus*) yang diberi perlakuan ekstrak teh hijau, membuktikan bahwa aktifitas hipokolesterolemik ekstrak teh bukan disebabkan oleh terhambatnya sintesis kolesterol atau asam lemak, tetapi

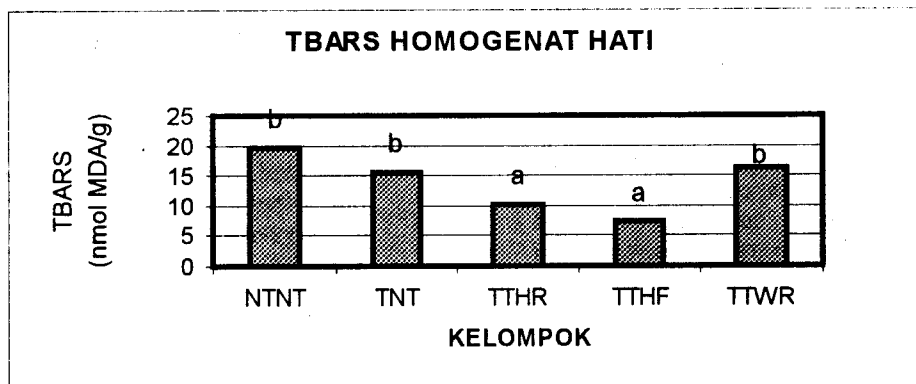
sebagai berikut: 0.99, 1.12, 0.54, 0.68 dan 1.42  $\mu\text{mol}$  MDA/L serum. Sedangkan nilai TBARS homogenat hati berturut-turut 19.74, 15.49, 10.31, 7.19, dan 16.33 nmol MDA/g hati.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kelompok tikus yang mendapat perlakuan ekstrak teh hijau (TTHR dan TTHF) mempunyai kadar malonaldehid yang lebih rendah dalam serum maupun dalam homogenat hati dibandingkan dengan kelompok tikus kontrol (TNT) dan kelompok tikus yang diberikan perlakuan teh wangi (TTWR). Sedangkan kelompok tikus yang diberi perlakuan teh wangi (TTWR) mempunyai nilai TBARS yang tidak berbeda dengan kontrol (TNT) (Lihat Gambar 3 dan 4).



Keterangan . Tanda huruf yang sama menunjuk tidak berbeda nyata ( $P>0.01$ , uji BNT).  
 NTNT tanpa terigu tanpa teh,  
 TNT terigu tanpa teh,  
 TTHR terigu dengan teh hijau dalam ransum,  
 TTHF terigu dengan teh hijau secara *force feeding*,  
 TTWR terigu dengan teh wangi dalam ransum.

Gambar 3. Pengaruh pemberian ekstrak teh hijau dan teh wangi terhadap kadar TBARS serum



Keterangan : Tanda huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ( $P>0.05$ , Uji BNT).  
 NTNT tanpa terigu tanpa teh,  
 TNT terigu tanpa teh,  
 THR terigu dengan teh hijau dalam ransum,  
 TTHF terigu dengan teh hijau secara *force feeding*,  
 TTWR terigu dengan teh wangi dalam ransum

Gambar 4. Pengaruh pemberian ekstrak teh hijau dan teh wangi terhadap kadar TBARS homogenat hati tikus.

Kemungkinan yang berperan dalam aktivitas antioksidatif dalam penelitian ini adalah komponen flavonoid dalam ekstrak teh, terutama golongan katekin (Zhang et al., 1997; Zhu et al., 2000) maupun metabolitnya (Yoshino et al., 1999). Menurut Yoshino et al., (1999), produk metabolit EGCG dalam saluran usus dan plasma darah yaitu P1 (theasinensin A), P2 dan P3 (theasinensin D) memperlihatkan aktivitas antioksidan yang kuat. Aktivitas *scavenger* terhadap radikal oksigen dan sifat

mengkelat ion besi dari ketiga senyawa tersebut lebih tinggi dibanding EGCG sendiri.

Rendahnya aktivitas antioksidatif ekstrak teh wangi dibandingkan ekstrak teh hijau pada penelitian ini kemungkinan karena jumlah katekinnya lebih sedikit dibandingkan pada teh hijau. Seperti diketahui teh wangi merupakan teh hijau yang diproses lebih lanjut dengan penggosongan pada suhu tinggi, sehingga akan menurunkan jumlah katekinnya (Bambang et al., 1996).

Mekanisme penghambatan oksidasi oleh katekin teh kemungkinan adalah sebagai berikut: 1) katekin teh mungkin berfungsi sebagai antioksidan primer dengan mendonorkan atom hidrogennya sehingga pembentukan radikal bebas dapat direduksi (Zhang et al., 1997); 2) menjaga dan meregenerasi  $\alpha$ -tokoferol dan atau antioksidan lainnya (Zhu et al., 2000); 3) sebagai kelator ion logam yang menginisiasi terbentuknya radikal bebas (Zhang et al., 1997).

Selain katekin teh (Zhu et al., 1999), myricetin dan quercetin (golongan flavonol) dalam teh juga mempunyai kemampuan menjaga dan meregenerasi  $\alpha$ -tokoferol (Zhu et al., 2000). Seperti diketahui  $\alpha$ -tokoferol adalah antioksidan utama yang melindungi LDL dari oksidasi (Dutta-Roy et al., 1999;). Interaksi antara flavonoid teh dengan  $\alpha$ -tokoferol ini akan meningkatkan kapasitas antioksidatif. Menurut Chen dan Tappel (1996) gabungan antara antioksidan larut air dan larut lemak akan lebih efektif dibandingkan antioksidan tunggal, karena gabungan kedua antioksidan tersebut akan mampu menangkai radikal bebas dalam fase cairan dan fase lemak sekaligus.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Ekstrak teh hijau yang ditambahkan dalam ransum tikus sebanyak 10 g/kg ransum mampu menurunkan kadar malonaldehid (MDA) dalam serum darah dan homogenat hati secara nyata, sedangkan kelompok tikus yang diberi ekstrak teh wangi dalam jumlah yang sama tidak memberikan pengaruh yang berbeda dengan kelompok kontrol. Selain itu kedua ekstrak teh tersebut mampu menurunkan kadar kolesterol homogenat hati, tetapi tidak berpengaruh pada kadar kolesterol serum darah tikus.

Pemberian ekstrak teh hijau dengan cara *force feeding* mampu menurunkan kadar MDA serum darah dan homogenat hati. Hasil ini sama dengan pemberian ekstrak teh hijau pada tikus dengan cara ditambahkan dalam ransum.

### Saran

Untuk menguji efek hipokolesterolemik ekstrak teh,, mungkin tikus dibuat hiperkolesterol dulu dengan diet lemak jenuh atau menggunakan zat tiocerasil. Baru kemudian diberi diet yang mengandung ekstrak teh.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada PT Indofood Sukses Makmur yang mendanai penelitian ini

melalui Bogasari Nugraha 2000. Semoga kerjasama yang baik ini berlanjut pada waktu-waktu yang akan datang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Baraas, F. 1993. Tentang Kolesterol, Upaya Menuju Jantung Sehat. Data Jantung Indonesia. Jakarta.
- Bambang, K., T. Suhartika, Supria dan S. Tanjung. 1996. Katekin Pucuk Teh dan Perubahannya Selama Pengolahan. Laporan Hasil Penelitian. Proyek Penelitian dan Pengembangan Teknik Produksi dan Pasca Panen Teh dan Kina 1995/1996.
- Chan, P.T., Fong, W.P., Cheung, Y.L., Huang, Y., Ho, W.K.K. and Chen, Z-Y. 1999. Jasmine Green Tea Epicatechins Are Hypolipidemic in Hamsters (*Mesocricetus auratus*) Fed a High Fat Diet. J. Nutr. 129, 1094-1101.
- Chen, H. and Tappel, A.L. 1996. Protection of Multiple Antioxidants against Heme Protein Oxidation and Lipid Peroxidation Induced by CBrCl<sub>3</sub> in Liver, Lung, Kidney, Heart, and Spleen. J. Agric. Food Chem. 44, 854-858.
- Dutta-Roy, A.K., Gordon, M.J., Campbell, F.M., Duthie, G.G., and James, W.P.T. 1994. Vitamin E Requirements, transport, and Metabolism : Role of  $\alpha$ -Tocopherol-Binding Proteins. J. Nutr. Biochem. 5, 562-570. J. Nutr. Biochem.
- Frankel, E.N. 1998. Lipid Oxidation. The Oily Press, Dundee.
- Halliwel, B. and Chirico, S. 1993. Lipid Peroxidations : Its Mecanism, Measurement, and Significance. Am. J. Clin. Nutr. 57, 715S-725S.
- Honda, M. and Hara, Y. 1993. Inhibition of Rat Small Intestinal Sucrase and  $\alpha$ -Glucosidase Activities by Tea Polyphenols. Biosci. Biotech. Biochem. 57, 123-124.
- Juhel, C., Armand, M., Pafumi, Y., Rosier, C., Vandermander, J., and Iairon, D. 2000. Green Tea Extract (AR 25) Inhibits Lipolysis of Triglycerides in Gastric and Duodenal Medium in Vitro. J.Nutr. Biochem. 11, 45-51.
- Mahfouz, M.M., and Kummerow, F.A. 2000. Cholesterol-Rich Diets Have Different Effect on Lipid Peroxidation, Cholesterol Oxides, and Antioxidant Enzymes in Rats and Rabbits. J.Nutr. Biochem. 11, 293-302.

- Matsumoto, N., Ishigaki, F., Ishigaki, A., Iwashina, H., and Hara, Y. 1993.** Reduction of Blood Glucose Levels by Tea Catechin. *Bioschi. Biotech. Biochem.* 57, 525-527.
- Mayes, P.A. 1995.** Pengangkutan dan Penyimpanan Lipid. *Dalam* R.K Murray, D.K. Granner, P.A. Mayes, dan V.W. Rodwell (eds.) *Bio Kimia Harper*. Edisi terjemahan. Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- Osada, K., Kodama, T., Yamada, K., Nakamura, S., and Sugano, M. 1998.** Dietary Oxidized Cholesterol Modulates Cholesterol Metabolism and Linoleic Acid Desaturation in Rats Fed High-Cholesterol Diets. *Lipids.* 33, 757-764.
- Sayama, K., Ozeki, K., Taguchi, M., and Oguni, I. 1996.** Effect of Green Tea and Tea Catechins on the Development of Mammary Gland. *Bioschi. Biotech. Biochem.* 60, 169-170.
- Sumarsih, S., Marsono, Y., dan Hastuti, P. 1998.** Kontribusi Oleat,  $\beta$ -Karoten dan  $\alpha$ -Tokoferol Bekatul Padi Varietas Barlean (Beras Merah) Terhadap Sifat Hipokolesterolemiknya pada Tikus Wistar. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan dan Gizi*, 15 Desember 1998. Yogyakarta.
- Yoshino, K., Suzuki, M., Sasaki, K., Miyase, T., and Sano, M. 1999.** Formation of Antioxidants from (-)-Epigallocatechin Gallate in Mild Alkaline Fluids, such as Authentic Intestinal Juice and Mouse Plasma. *J. Nutr. Biochem.* 10, 223-229
- Zhang, A., Chan, P.T., Luk, Y.S., Ho, W.K.K., and Chen, Z.Y. 1997.** Inhibitory Effect of Jasmine Green Tea Epicatechin Isomers on LDL-Oxidation. *Nut. Biochem.* 8, 334-340.
- Zhu, Q.Y., Zhang, A., Tsang, D., Huang, Y., and Chen, ZY. 1997.** Stability of Green Tea Catechins. *J. Agric. Food Chem.* 45, 4624-4628.
- Zhu, Q.Y., Zhang, A., Huang, Y., and Chen, ZY. 2000.** Interaction between Flavonoid and  $\alpha$ -Tocopherol in Human Low Density Lipoprotein. *J.Nutr. Biochem.* 11, 14-21.