

PROSIDING

Seminar Nasional PATPI
Yogyakarta; 2-3 Agustus 2006

Pengembangan Teknologi Pangan untuk Membangun Kemandirian Pangan

Kelompok Gizi dan Kesehatan



Diselenggarakan oleh:
Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia
bekerjasama dengan
Jurusan Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian - Universitas Gadjah Mada
Pusat Studi Pangan dan Gizi - Universitas Gadjah Mada
didukung oleh
PT. ISM Bogasari Flour Mills

Kapasitas Antioksidan dan Hipokolesterolemik Ekstrak Daun Suji

ENDANG PRANGDIMURTI¹, DEDDY MUCHTADI², MADE ASTAWAN² DAN FRANSISKA R. ZAKARIA²

[¹ Mhs P.S. Ilmu Pangan, Sekolah Pascasarjana IPB, ² Dept. Ilmu dan Teknologi Pangan FATETA IPB, e-mail: prangdimurti@ipb.ac.id]

ABSTRAK

Kolesterol LDL yang teroksidasi merupakan pemicu utama terjadinya aterosklerosis. Peningkatan konsumsi fitokimia yang memiliki kapasitas antioksidan dan daya hipokolesterolemik diharapkan dapat menekan kejadian aterosklerosis. Klorofil dan beberapa turunannya menunjukkan kemampuan antioksidatif secara *in vitro* dan *ex vivo*, serta daya hipokolesterolemik secara *in vivo*. Oleh karena itu perlu dilakukan studi mengenai potensi klorofil dalam menekan kejadian aterosklerosis. Dalam studi ini digunakan daun suji (*Pleomele angustifolia* N.E. Brown) yang sejak dahulu kala telah digunakan oleh masyarakat Indonesia sebagai sumber pewarna hijau alami untuk pangan. Dari studi terdahulu, ekstraksi daun suji dengan menggunakan larutan pengestrak N-sitrat 12 mM yang mengandung 0.75% Tween 80 mampu meningkatkan kadar klorofil larut air dan kapasitas antioksidan ekstrak yang dihasilkan. Untuk melihat efeknya terhadap kesehatan, maka dilakukan studi yang bertujuan untuk menguji kapasitas antioksidatif dan hipokolesterolemik ekstrak suji secara *in vivo*. Pengujian kapasitas antioksidatif menunjukkan bahwa pemberian secara oral ekstrak suji selama 2 bulan menurunkan kadar MDA, serta meningkatkan aktivitas enzim katalase dan superoksida dismutase (SOD) hati tikus *Sprague Dawley* jantan. Pengujian daya hipokolesterolemik memperlihatkan bahwa pemberian secara oral ekstrak suji pada tikus hiperkolesterolemia mampu mempercepat penurunan kadar kolesterol plasma, memperkecil indeks aterogenik, dan meningkatkan kandungan asam empedu isi sekum atau memperkecil jumlah asam empedu yang direabsorpsi ke dalam darah. Studi lebih lanjut secara *in vitro* menunjukkan adanya kemampuan ekstrak suji menghambat jumlah asam empedu yang mampu terdialisis ke dalam kantung, sehingga diduga penurunan kadar kolesterol plasma disebabkan oleh adanya penghambatan reabsorpsi asam empedu ke dalam darah. Kata kunci : suji (*Pleomele angustifolia* N.E. Brown), klorofil, kapasitas antioksidan, kolesterol, asam empedu.

PENDAHULUAN

Berdasarkan Survei Kesehatan Rumah Tangga (SKRT) tahun 2001, penyakit kardiovaskuler (PKV) merupakan penyebab kematian nomor satu di Indonesia yaitu sebesar 25.6% (Anonim, 2004). Pengendalian dan pencegahan timbulnya PKV dapat dilakukan antara lain melalui pencegahan terjadinya aterosklerosis. Aterosklerosis terjadi karena kolesterol LDL (*Low Density Lipoprotein*) teroksidasi. Peningkatan konsumsi fitokimia yang memiliki kapasitas antioksidan tubuh daya hipokolesterolemik diharapkan dapat menekan kejadian aterosklerosis.

Berbeda dengan senyawa fitokimia lain, seperti komponen fenolik, klorofil terdapat dalam jumlah banyak pada tanaman (rata-rata 1% berat kering) sehingga sangat berpotensi dikembangkan sebagai suplemen pangan atau pangan fungsional. Klorofil alami (seperti klorofil a dan b) bersifat lipofilik karena gugus fitolnya. Hidrolisis terhadap gugus tersebut akan mengubahnya menjadi turunan klorofil yang larut air, seperti klorofilid dan klorofilin. Klorofil dan beberapa turunannya menunjukkan kemampuan antioksidatif secara *in vitro* dan *ex vivo* (Kumar et al., 2001; Kamat et al., 2000; Ferruzzi et al., 2002b), serta daya hipokolesterolemik secara *in vivo* (Vlad et al., 1995, Alshuhendra et al., 2003).

Sebelum tahun 2000, klorofil dianggap tidak dapat diserap oleh tubuh. Egner et al. (2000) adalah yang pertama kali menemukan adanya turunan klorofil dalam serum pasien yang diberi klorofilin dosis tinggi. Pengujian secara *in vitro* menggunakan sel absortif Caco-2, menunjukkan penyerapan klorofil lipofil (masih mengandung gugus fitol) sebesar 5-10% (Ferruzzi et al., 2001), sedangkan klorofilin sebesar 45-60% (Ferruzzi et al., 2002a). Diperkirakan upaya menghidrolisis gugus fitol klorofil agar diperoleh klorofil yang larut air dapat meningkatkan manfaat klorofil bagi kesehatan tubuh. Hidrolisis dapat dilakukan menggunakan asam, alkali atau enzim klorofilase.

Saat ini semakin banyak beredar produk impor suplemen pangan kaya klorofil, padahal dilihat dari segi geografis Indonesia memiliki potensi sumber klorofil yang besar. Salah satunya adalah daun suji (*Pleomele angustifolia* N.E. Brown) yang sejak dahulu kala telah digunakan oleh masyarakat Indonesia sebagai sumber pewarna hijau alami untuk pangan. Oleh karena itu perlu dilakukan kajian untuk meningkatkan manfaat daun suji bagi kesehatan, khususnya dalam pencegahan aterosklerosis.

Tujuan penelitian ini adalah menguji kapasitas antioksidatif dan daya hipokolesterolemiknya secara *in vivo* dari ekstrak cair daun suji kaya klorofil. Ekstrak suji tersebut diperoleh dengan menggunakan larutan pengekstrak 0.75% Tween 80 dalam Naisitrat 12 mM (Prangdimurti et al., 2005).

BAHAN DAN METODE

Bahan

Daun suji (*Pleomele angustifolia* N.E. Brown) yang digunakan berasal dari daerah Darmaga Bogor. Sebagai pembanding ekstrak suji digunakan klorofilin (*Sodium Copper Chlorophyllin* SCC, Sigma-USA). Untuk studi *in vivo*, digunakan tikus jenis *Sprague Dawley* jantan umur 2 bulan dari Badan POM-Jakarta.

Metode

Estimasi Tingkat Penyerapan Klorofil menggunakan Sistem Pencernaan *In Vitro*

Larutan yang diujikan yaitu ekstrak suji dan larutan klorofilin (SCC) sebagai pembanding. SCC merupakan campuran turunan-turunan klorofil larut air yang telah biasa digunakan sebagai pewarna makanan dan suplemen pangan. Kadar klorofil ekstrak suji (0.1 g/ml) setara dengan larutan SCC 2,3 mM. Sistem pencernaan *in vitro* mengadopsi prosedur Ferruzzi et al. (2001). Fase lambung (*gastric*) dilakukan dengan menginkubasi larutan uji, yang telah diatur menjadi pH 2 menggunakan HCl 4N, dengan larutan pepsin selama 1 jam dalam penangas air bergoyang 37°C. Selanjutnya, ke dalam larutan uji dimasukkan kantung dialisis berisi NaHCO₃ 0,5M. Setelah tercapai pH 7, inkubasi fase usus halus dimulai dengan menambahkan campuran pankreatin-ekstrak empedu dan lipase. Setelah 2 jam inkubasi, isi kantung (dialisis) diambil dan diukur volumenya. Pengukuran kadar klorofil terlarut dilakukan pada fraksi awal, fraksi lambung (*gastric*), fraksi digesta (luar kantung dialisis) dan fraksi dialisis (isi kantung). Tingkat penyerapan klorofil (%) diestimasi dari kadar klorofil fraksi dialisis per-kadar klorofil fraksi awal lalu dikalikan 100, untuk selanjutnya digunakan dalam perhitungan dosis uji *in vivo*.

Pengujian Kapasitas Antioksidatif secara *In Vivo*

Setelah masa adaptasi, tikus percobaan (berat rata-rata 220 g) dibagi dalam 3 kelompok (N=7) yaitu kelompok yang dicekok 2 ml/hari dengan : (1) ekstrak suji 0.14 g/ml, (2) larutan SCC 1 mM, dan (3) akuades (sebagai kontrol). Ransum yang diberikan adalah ransum basal dengan sumber protein kasein 10% mengikuti AOAC (1984). Setelah 2 bulan masa intervensi, tikus diterminasi untuk dianalisis : kadar MDA (malondialdehid) hati (Singh et al., 2002), aktivitas katalase hati (Iwai et al., 2002), aktivitas superoksida dismutase (SOD) hati (Wijeratne et al., 2005).

Pengujian Daya Hipokolesterolemik secara *In Vivo* dan Kapasitas Pengikatan Asam Empedu secara *In Vitro*

Sebelum diintervensi dengan ekstrak suji, tikus percobaan (berat rata-rata 290 g) dibuat hiperkolesterolemia terlebih dahulu dengan cara pemberian kolesterol 0,5% dalam ransum dan dicekok PTU (Propil Tiourasil) sebanyak 2 mg/kg BB/hari. Setelah kondisi hiperkolesterolemia tercapai (\pm 120-130 mg/dl), tikus dikelompokkan menjadi 2 (N=7) yaitu kelompok yang dicekok 2 ml/hari dengan : (1) ekstrak suji (0.3 g/ml) dan (2) akuades (kontrol positif). Sebagai kontrol negatif adalah kelompok tikus yang diberi ransum basal.

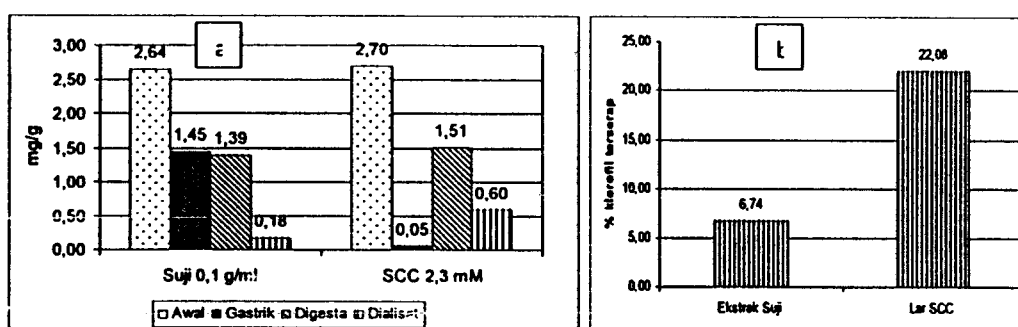
Setelah 10 hari masa intervensi, tikus diterminasi untuk dianalisis : status lipida darah (kadar total kolesterol, *High Density Lipoprotein* (HDL), *Low Density Lipoprotein* (LDL), trigliserida (TG)) (Randox's reagen kit), dan kadar asam empedu isi sekum (Moundras et al., 1995).

Untuk melihat adanya kapasitas pengikatan asam empedu oleh ekstrak suji sebagai dugaan mekanisme penurunan kolesterol serum, maka dilakukan uji *in vitro* mengikuti prosedur Sayar et al. (2005) yang dimodifikasi. Ekstrak suji diinkubasikan dengan sejumlah tertentu asam empedu seperti halnya prosedur pencernaan *in vitro* yang dijelaskan di atas. Di akhir proses pencernaan, dilakukan pengukuran kadar asam empedu yang terdialisis ke dalam kantung dengan menggunakan Bile Acids Reagen Kit (Randox). Hasilnya dibandingkan dengan larutan pengeksrak suji, larutan SCC, akuades, dan kolestiramin (sebagai kontrol positif).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Estimasi Tingkat Penyerapan Klorofil Ekstrak Suji

Ekstrak suji yang digunakan dalam penelitian ini adalah ekstrak yang dihasilkan dengan menggunakan larutan pengeksrak Na-sitrat 12mM yang mengandung 0.75% Tween 80. Larutan pengeksrak tersebut menghasilkan peningkatan kadar klorofil larut air dan kapasitas antioksidan ekstrak yang paling baik jika dibandingkan dengan larutan pengeksrak yang lain, yaitu Na_2CO_3 (0.1-0.5%), NaHCO_3 (0.1-0.5%) dan akuades, baik dengan atau tanpa ditambahkan Tween 80. Tween 80 (polioksietilen sorbitan monooleat) merupakan surfaktan atau deterjen non ionik dan termasuk dalam bahan tambahan pangan kelas polisorbat. Penggunaan Tween 80 dalam ekstraksi klorofil dapat menekan pembentukan feofitin dibandingkan deterjen anionik (Vargas dan Lopez, 2003). Tween 80 dapat membantu klorofil lipofil teremulsi di dalam air dan diharapkan mempermudah kontak dengan enzim klorofilase. Klorofilase bekerja menghidrolisis gugus fitol klorofil sehingga mengubahnya menjadi klorofilid yang larut air. Na-sitrat 12 mM disebutkan dapat meningkatkan aktivitas klorofilase (Lopez, et al., 1992). Larutan pengeksrak 1% Tween 80 dalam Na-sitrat 12 mM memiliki pH 7.65, mendekati pH optimum klorofilase daun suji yaitu pH 7.4 (Sibarani, 1994).



Gambar 1. (a) Kadar klorofil terlarut pada masing-masing fraksi selama pencernaan *in vitro*, (b) estimasi jumlah klorofil yang terserap

Suatu komponen pangan dapat diserap oleh usus apabila berada dalam kondisi terlarut atau tidak terikat oleh komponen lain yang berukuran besar, oleh karena itu besarnya klorofil yang tersedia untuk diserap berkorelasi dengan kadar klorofil terlarut. Gambar 1a menunjukkan bahwa selama pencernaan terjadi penurunan kadar klorofil terlarut. Sebanyak 45% klorofil suji terdegradasi di lambung karena berubah menjadi feofitin. Ferruzzi et al. (2001) menyatakan bahwa 75-77% klorofil pure bayam berubah menjadi feofitin di lambung, dengan menggunakan simulasi pencernaan *in vitro*. Keberadaan antioksidan lain seperti karotenoid dan komponen fenolik dapat mengurangi kerusakan klorofil selama pencernaan. Ferruzzi et al. (2002a) mengungkapkan bahwa keberadaan antioksidan dalam saus apel yang ditambahkan ke dalam larutan SCC menurunkan laju degradasi klorofilin. Gambar 1a memperlihatkan adanya penggumpalan SCC dalam kondisi asam (lambung) yang ditunjukkan oleh rendahnya kadar klorofil terlarut, namun pada kondisi basa (usus halus) sebagian SCC dapat melarut kembali. SCC merupakan sumber klorofil yang biasa dipakai dalam suplemen pangan kaya klorofil. Ferruzzi et al. (2002a) juga menyatakan adanya degradasi SCC selama pencernaan menjadi produk yang belum diketahui.

Tingkat penyerapan klorofil (Gambar 1b) ekstrak suji jauh lebih rendah dibandingkan larutan SCC. Hal ini sejalan dengan yang dikemukakan oleh Ferruzi et al. (2001; 2002a) bahwa tingkat penyerapan klorofil lipofil sekitar 5-10%, sedangkan klorofilin sebesar 45%-60%. Lebih lanjut dikemukakan bahwa klorofil lipofil membentuk misel berukuran besar sehingga menghambat dialisisnya ke dalam kantung 6000-8000 MWCO (Salin et al., 1999).

Pengujian Kapasitas Antioksidatif secara *In Vivo*

Tikus selama percobaan dalam keadaan sehat yang ditunjukkan oleh adanya kenaikan berat badan sebesar 1,7-1,8 g/hari, dan konsumsi ransum rata-rata sebanyak 15 g/hari. Hasil pengukuran terhadap berat organ dan parameter antioksidatif dapat dilihat pada Tabel 1. Pemberian ekstrak suji maupun SCC tidak memberikan perbedaan berat organ (hati, limpa dan ginjal) ($p>0.05$).

MDA adalah produk peroksidasi lipid. Keberadaan senyawa-senyawa antioksidan dapat menekan peroksidasi lipid. Dengan demikian kadar MDA yang rendah menunjukkan adanya penghambatan terhadap oksidasi lipid oleh suatu antioksidan. Tabel 1 di atas menunjukkan bahwa pemberian ekstrak suji menurunkan tingkat peroksidasi lipid hati, diduga karena peran dari klorofil sebagai antioksidan. Endo et al. (1985) mengemukakan bahwa klorofil merupakan antioksidan pemutus rantai yang bekerja dengan cara mendonorkan elektronnya kepada radikal bebas, namun klorofil tidak memiliki kemampuan mendegradasi hidroperoksida. Selanjutnya disebutkan bahwa yang berperan dalam sifat antioksidatif klorofil adalah struktur porfirinnya.

Tabel 1. Pengaruh pemberian ekstrak suji dan SCC terhadap berat organ dan parameter antioksidatif tikus percobaan

Parameter	Kel Kontrol	Kel Suji	Kel SCC
Berat relatif organ (g per-g BB):			
hati	0.0298 a	0.0322 a	0.0321 a
limpa	0.0020 a	0.0018 a	0.0018 a
ginjal	0.0054 a	0.0056 a	0.0053 a
Kadar MDA hati (pmol/g)	192.11 b	65.17 a	150.97 ab
Aktivitas katalase hati (U/ml)	16.98 a	23.49 b	19.58 a
Aktivitas SOD hati (%)	19.02 a	23.77 b	31.52 c

Ket. : Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang berbeda dalam baris yang sama menunjukkan berbeda nyata ($p<0.05$)

Katalase merupakan enzim antioksidan yang berperan memecah H_2O_2 menjadi H_2O dan O_2 . Dalam prosedur pengujian, katalase ditambahkan ke dalam campuran reaksi dalam jumlah yang sama, kemudian dihitung kecepatan penguraian dari H_2O_2 yang ditambahkan. Ekstrak hati kelompok suji menunjukkan kecepatan penguraian H_2O_2 yang lebih tinggi dibandingkan kedua kelompok yang lain ($p<0.05$). Penguraian H_2O_2 dapat disebabkan dua hal: (1) aktivitas katalase hati dan/atau (2) aksi langsung suatu antioksidan terhadap H_2O_2 . Efek klorofil terhadap katalase telah dibuktikan antara lain oleh Hsu et al. (2005) yang menyatakan bahwa klorofil larut air, dalam hal ini feoforbida dan b,

memperkuat ketahanan limfosit manusia terhadap kerusakan oksidatif yang diinduksi oleh H_2O_2 . Selain itu aksi langsung klorofil terhadap H_2O_2 telah diteliti oleh Kumar et al. (2001) yang menyebutkan konstanta kecepatan reaksi antara klorofilin dengan H_2O_2 sebesar $2.7 \times 10^6 M^{-1} \cdot s^{-1}$.

SOD merupakan enzim antioksidan yang berperan mendismutasi radikal superoksida menjadi H_2O_2 . Dalam pengujian ini, radikal superoksida dihasilkan terlebih dahulu dari reaksi antara xantin dan xantin oksidase. Radikal superoksida akan mengoksidasi garam tetrazolium (berwarna kuning) menjadi formazan yang berwarna biru. Semakin tinggi aktivitas SOD berarti semakin banyak radikal superoksida yang dinetralisir, dan hal ini ditunjukkan oleh semakin rendahnya jumlah formazan yang terbentuk. Kelompok SCC dan suji memiliki kapasitas menangkap radikal superoksida yang lebih besar dibandingkan kelompok kontrol, namun kapasitas kelompok suji lebih rendah daripada kelompok SCC. Bolor et al. (2000) menyatakan bahwa klorofilin pada konsentrasi $10 \mu M$ melindungi membran mitokondria hati tikus terhadap radiasi dan fotosensitasi, yang ditandai dari penurunan peroksida, protein oksidasi, serta restorasi GSH (glutation) dan SOD.

Pengujian Daya Hipokolesterolemik secara *In Vivo* dan Kapasitas Pengikatan Asam Empedu secara *In Vitro*

Setelah tercapai kondisi hiperkolesterolemia, tikus dibagi menjadi 2 kelompok berdasarkan kadar kolesterol serumnya, sehingga tiap kelompok berawal dari kadar kolesterol rata-rata yang seragam (121 mg/dl). Selanjutnya tikus diintervensi dengan ekstrak suji atau akuades (kontrol positif). Kondisi pengujian seperti ini dirancang untuk menjelaskan mekanisme hipokolesterolemik oleh klorofil, serta merupakan kelanjutan penelitian Alsuendra et al. (2003) yang telah membuktikan adanya daya hipokolesterolemik dari turunan klorofil daun singkong. Dalam penelitian Alsuendra, klorofil diberikan bersama-sama dengan ransum tinggi kolesterol, sehingga belum dapat dijelaskan apakah penurunan kolesterol diakibatkan oleh penghambatan penyerapan kolesterol diet ataukah karena penghambatan penyerapan kembali asam empedu ataukah karena keduanya. Dalam penelitian ini mekanisme hipokolesterolemik yang diduga adalah adanya kemampuan pengikatan atau penghambatan penyerapan asam empedu oleh klorofil.

Selama perlakuan, tikus berada dalam keadaan sehat yang ditunjukkan oleh adanya kenaikan berat badan sebesar 0.87 g/hari untuk kelompok suji dan $1,1 \text{ g/hari}$ untuk kelompok kontrol positif, serta konsumsi ransum rata-rata sebanyak 12.15 g/hari untuk kelompok suji dan 11.65 g/hari untuk kelompok kontrol positif.

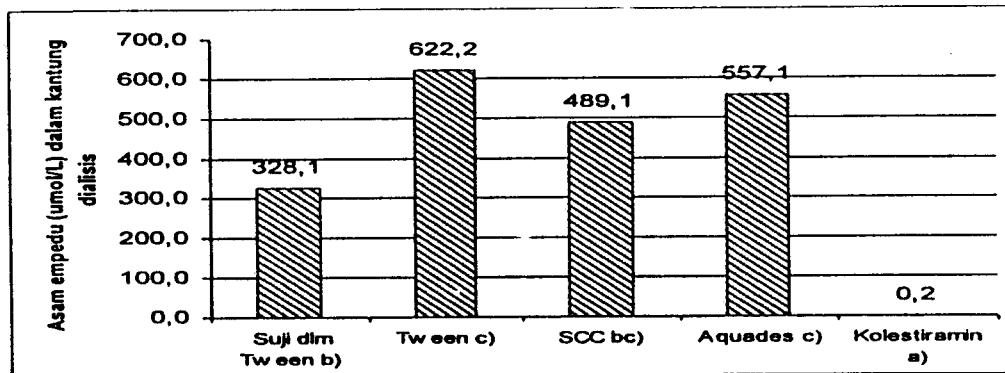
Intervensi dengan ekstrak suji diperkirakan tidak banyak berpengaruh pada berat organ karena hanya dilakukan dalam waktu 10 hari. Adanya perbedaan berat organ ginjal antara kelompok suji dan kelompok kontrol positif dibandingkan kontrol negatif kemungkinan besar disebabkan oleh perbedaan ransum pada masa peningkatan kadar kolesterol. Total kolesterol serum dan indeks aterogenik kelompok suji yang lebih rendah dibandingkan kelompok kontrol positif menunjukkan adanya pengaruh ekstrak suji dalam mempercepat penurunan kadar kolesterol (Tabel 2). Indeks aterogenik merupakan indikator untuk mengetahui resiko aterosklerosis. Semakin rendah nilai indeks aterogenik maka resiko aterosklerosis semakin kecil.

Tabel 2. Pengaruh penambahan ekstrak suji terhadap berat organ, status lipid serum dan kadar asam empedu isi sekum pada tikus hiperkolesterolemia

Parameter	Kel Suji	Kel Ktrl (+)	Kel Ktrl (-)
Berat relatif organ (g per-g BB):			
hati	0.0284 a	0.0288 a	0.0298 a
limpa	0.0016 a	0.0018 a	0.0020 a
ginjal	0.0050 a	0.0049 a	0.0054 b
Lipid serum :			
Total kolesterol (mg/dl)	64.0 a	79.5 b	58.5 a
HDL (mg/dl)	32.5 a	35.5 a	34.8 a
Trigliserida (mg/dl)	81.0 b	87.5 b	42.0 a
LDL (mg/dl)	15.3 a	26.5 a	15.3 a
Indeks aterogenik	0.97 b	1.24 c	0.69 a
Kadar asam empedu sekum (umol/g)	6.82 b	5.30 a	5.67 a

Ket. : Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang berbeda dalam baris yang sama menunjukkan berbeda nyata ($p < 0.05$)

Hal yang menarik yaitu kadar asam empedu isi sekum (bagian awal usus besar) dari kelompok suji yang lebih besar daripada kelompok kontrol. Ini menunjukkan adanya kemampuan ekstrak suji menghambat penyerapan kembali asam empedu. Telah diketahui bahwa asam empedu dibentuk oleh kolesterol serum. Semakin banyak asam empedu yang terbuang di feses (tidak terserap kembali ke dalam darah) maka berakibat pada penurunan kolesterol serum karena digunakan untuk sintesis asam empedu. Diduga mekanisme ini yang menyebabkan kecepatan penurunan kolesterol serum kelompok suji lebih besar dibandingkan kelompok kontrol positif. Dugaan adanya kemampuan senyawa porfirin mengikat asam empedu secara *in vitro* telah dikemukakan oleh Ferruzzi et al (2002a). Untuk membuktikan hal ini, maka dilakukan uji *in vitro* menggunakan simulasi sistem pencernaan dan mengukur kadar asam empedu yang terdialisis (terserap ke dalam kantung). Gambar 2. memperlihatkan bahwa ekstrak suji memiliki kemampuan menghambat penyerapan asam empedu yang lebih besar dibandingkan larutan pembanding (akuades maupun Tween 80), meskipun masih jauh di atas kemampuan kolestiramin, yaitu senyawa obat penurunan kolesterol yang telah diakui memiliki kapasitas pengikatan asam empedu yang tinggi.



Gambar 2. Kadar asam empedu dalam kantung dialisis sebagai indikator adanya penghambatan penyerapan asam empedu oleh larutan uji. (Ket: Notasi huruf yang berbeda yang dicantumkan di samping nama larutan uji menunjukkan berbeda nyata ($p < 0.05$))

KESIMPULAN

Intervensi ekstrak suji tidak mempengaruhi berat organ hati, limpa dan ginjal. Intervensi ekstrak suji dapat meningkatkan status antioksidatif tubuh, yang dibuktikan dari kadar MDA hati yang lebih rendah, serta aktivitas katalase dan SOD hati tikus percobaan yang lebih tinggi dibandingkan kontrol.

Intervensi ekstrak suji dapat mempercepat penurunan kolesterol darah pada tikus hiperkolesterolemia. Kadar asam empedu isi sekum pada akhir masa intervensi lebih tinggi daripada tikus kontrol positif (diberi akuades). Inkubasi secara *in vitro* ekstrak suji dengan sejumlah asam empedu menunjukkan adanya penurunan jumlah asam empedu yang terdialisis ke dalam kantung dialisis, dibandingkan dengan larutan pembanding (akuades maupun Tween 80). Oleh karena itu diduga ekstrak daun suji memiliki kemampuan menghambat penyerapan kembali asam empedu ke dalam darah.

Acknowledgment

Tim peneliti berterima-kasih kepada Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Ditjen Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional R.I atas dana penelitian yang diberikan melalui Program Hibah Bersaing XIII dengan No.kontrak: 026/SPPP/PP-PM/DP3M/IV/2005 dan No.kontrak: 317/SP3/PP/DP2M/II/2006.

PUSTAKA

- Aisuhendra, D. Muchtadi, D. Sastradipradeja, dan T. Wresdiyati. 2003. Daya anti-hiperkolesterolemia "Zinkofilin" dari daun singkong (*Manihot esculenta* Crantz) pada kelinci percobaan. *J. Teknologi & Industri Pangan* Vol. XIV (2): 129-133.
- [Anonim]. 2004. Pusat Jantung Nasional Menuju Kelas Dunia. <http://www.pjnhk.go.id/herita14.htm>.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1984. *Official Methods of Analysis*. Washington D.C.

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1995. Official Methods of Analysis. Washington D.C.
- Bolor, K.K., J.P. Kamat and T.P. Devasagayam. 2000. Chlorophyllin as a protector of mitochondrial membranes against gamma-radiation and photosensitization. *J. Toxicology* 155 (1-3): 63-71.
- Clydesdale, F.M. dan F.J. Francis. 1976. Pigments. *Di dalam* O.R. Fennema. Principles of Food Science. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Egner, P.A., K.H. Stansbury, E.P. Snyder, M.E. Rogers, P.A. Hintz dan T.W. Kensler. 2000. Identification and characterization of chlorin e4 ethyl ester in sera individuals participating in the chlorophyllin chemoprevention trial. *Chem.Res.Toxicol.* 13:900-906.
- Endo, Y., R. Usuki, dan T. Kaneda. 1985. Antioxidant effects of chlorophyll and pheophytin on the autoxidation of oils in the dark. II. The mechanism of antioxidative action of chlorophyll. *JAOCS* 62 :1387-1390.
- Eskin, N.A. 1979. Plant Pigments, Flavour and Texture : The chemistry and biochemistry of selected compound. Academic Press, New York.
- Ferruzzi, M. G., M. L. Failla, dan S. J. Schwartz. 2001. Assessment of degradation and intestinal cell uptake of carotenoid and chlorophyll derivatives from spinach puree using an in vitro digestion and Caco-2 human cell model. *J. Agric. Food Chem* (49): 2082-2089.
- Ferruzzi, M. G., M. L. Failla, dan S. J. Schwartz. 2002a. Sodium copper chlorophyllin: in vitro digestive stability and accumulation by Caco-2 human intestinal cells. *J.Agric.Food Chem.* 50: 2173-2179.
- Ferruzzi, M. G., Bohm, V., Courtney, P.D., dan S. J. Schwartz. 2002b. Antioxidant and antimutagenic activity of dietary chlorophyll derivatives determined by radical scavenging and bacterial reverse mutagenesis assays. *J. Food Sci.* 67(6):2589-2594.
- Gross, J. 1991. Pigments in Vegetables: chlorophylls and carotenoids. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Hsu, C.Y., C.M. Yang, C.M. Chen, P.Y. Chao dan S.P. Hu. 2005. Effects of chlorophyll-related compounds on hydrogen peroxide induced DNA damage within human lymphocytes. *J.Agric.Food Chem.* 53(7):2746-2750.
- Iwai, K., N. Nakaya, Y. Kawasaki, dan H. Matsue. 2002. Antioxidative functions of natto, a kind of fermented soybeans: effect on LDL oxidation and lipid metabolism in cholesterol-fed rats. *J.,Agric. Food Chem.* 50:3597-3601.
- Kamat J.P., K.K. Bolor, dan T.P. Devasagayam. 2000. Chlorophyllin as an effective antioxidant against membrane damage in vitro and ex vivo. *Biochim Biophys Acta* 1487(2-3):113-27.
- Kubo, I., N. Masuoka, P. Xiao., dan H. Haraguchi. 2002. Antioxidant activity of dodecyl gallate. *J. Agric. Food Chem.* 50:3533-3539.
- Kumar, S.S., T.P. Devasagayam, B. Bhushan, dan N.C. Verma. 2001. Scavenging of reactive oxygen species by chlorophyllin: an ESR study. *Free Radic Res.* 35 (5) : 563-74
- Lopez, J.A.F., L. Almela, M. Soledad Almansa dan Jose M. Lopez-Roca. 1992. Partial purification and properties of chlorophyllase from chlorophyll *citrus limon* leaves. *Phytochem.* 31 (2) : 447 – 449.
- Moundras, C., C. Demigne, A. Mazur, dan C. Remesy. 1995. The cholesterol lowering effect of steroid sequestrants is modulated by large intestine fermentations. *J. Nutr. Biochem.* 6:158-162

- Prangdimurti, E., D. Muchtadi, M. Astawan dan F.R. Zakaria. 2005. The effect of extraction solutions and incubation time on chlorophyll solubility and antioxidant capacity of suji (*Pleomele angustifolia* N.E. Brown) leaf extracts. Pre-Proceedings of 9th ASEAN Food Conference. Jakarta, 8-10 August 2005.
- Salin, M.L., L.M. Alvarez, B.C. Lynn, B. Habulihaz, dan A.W. Fountain. 1999. Photooxidative bleaching of chlorophyllin. *Free Radic Res.* 31:S97-105.
- Sayar, S., J.L. Jannink, dan P.J. White. 2005. In vitro bile acid binding of flours from oat lines varying in percentage and molecular weight distribution of B-glucan. *J. Agric. Food Chem.* 53: 8797-8803.
- Sibarani, J. 1994. Pemurnian Parsial dan Pengujian Aktivitas Enzim Klorofilase dari Daun Suji (*Pleomele angustifolia* N.E. Brown). Skripsi. Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut IPB, Bogor.
- Singh, R.P., K.N.C. Murthy, dan G.K. Jayaprakasha. 2002. Studies on the antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum*) peel and seed extracts using in vitro models. *J. Agric. Food Chem.* 50: 81-86.
- Vargas, F.D dan O.P. Lopez, 2003. *Natural Colorants for Food and Nutraceutical Uses.* CRC Press, London. p 221-232.
- Vlad, M., E. Bordas, E. Caseanu, G. Uza, E. Creteanu, dan C. Polinicenco. 1995. Effect of chlorophyllin on experimental atherosclerosis. *Biol. Trace Elem. Res.* 48 (1): 99-109.
- Wijeratne, S.S.K., S.L. Cuppett dan V. Schlegel. 2005. Hydrogen peroxide induced oxidative stress damage and antioxidant enzyme response in Caco-2 human colon cells. *J.Agric.Food Chem.* 53:8768-8774.

KEPUTUSAN
PENILAIAN KARYA ILMIAH DOSEN
Prof.Dr.Ir. Deddy Muchtadi, MS
NIP. 130536675
Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan
Fakultas Teknologi Pertanian

NO	JUDUL	MEDIA PENERBIT	ISSN	ISBN	Vol	No	BULAN, TAHUN	KOTA PENERBIT	HAL	AKREDITASI	PENULIS	NIP	NILAI KARYA ILMIAH	NILAI INDIVIDU	KATEGORI
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Aktivitas Antioksidan Minyak Bekatul Padi Awet dan Fraksinya Secara Invitro (Invitro Antioxidant Activity of Stabilized Rice Brand and Its Fraction)	Jurnal TEKNOLOGI & INDUSTRI PANGGAN PATPI bekerjasama dengan Fateta IPB	0216-2318	-	15	1	Juni 2004	Bogor Indonesia	11 - 19	Ya	1. Evy Darmayanthi 2. Deddy Muchtadi 3. Fransisca Rungkat 4. Hidayat Syarif 5. C. Hanny Widjaja 6. Djoko S. Damarjati	131861469 130536675 131476603 130516871 131284836	25,00	15,00 2,00 2,00 2,00 2,00 2,00	1.a.2).b)
2	Hypoglycemic Activity of Some Indonesian Rice Varieties and their Physicochemical Properties	Indonesian Journal of AGRICULTURAL SCIENCE (IJAS)	1411-982X	-	7	2	Oktober 2006	Bogor, Indonesia	57-66	Tidak	1. Sri Widowati 2. Made Astawan 3. Deddy Muchtadi 4. Turik Wresdiyati	131667800 130536675 131878930	10,00	6,00 1,33 1,33 1,33	1.a.2).c).
3	Potensi Anti-Hiperkolesterolemia Ekstrak Cassia Vera (Cinamomum burmanni Nees ex Blume)	Jurnal Teknologi & Industri Pangan PATPI dengan Fateta IPB	0216-2318	-	XV	2	Agustus 2004	Bogor, Indonesia	145-152	Ya	1. Fauzan Azima 2. Deddy Muchtadi 3. Zakaria 4. Bambang Pontjo P	130536675 131578839	25,00	15,00 3,33 3,33 3,33	1.a.2).b).
4	Pengaruh Sterol Lembaga Gandum (Triticum sp.) Terhadap Profil Lipida Darah Tikus	Media Gizi & Keluarga Faperta IPB	0216-9363	-	28	2	Desember 2004	Bogor, Indonesia	54-67	Ya	1. Sri Anna Marliyati 2. Hidayat Syarif 3. Deddy Muchtadi 4. Latifah K. Darusman 5. Rimbawan 6. Bambang Pontjo	131841753 130516871 130536675 131629744 131578839	25,00	15,00 2,00 2,00 2,00 2,00 2,00	1.a.2).b).
5	Kajian tentang wanita permenopausc di Purwokerto dan beberapa permasalahan dalam sistem imunnya (Makalah Kurang Lengkap)	Majalah Obstetri dan Ginekologi Indonesia	0303-7924	-	29	3	Juli 2005	Indonesia	177-183	Ya	1. H. Winarsi 2. Deddy Muchtadi 3. F.R. Zakaria 4. A. Purwanto	130536675	24,00	14,40 3,20 3,20 3,20	1.a.2).b).
6	Ekstraksi Dan Analisis Fitosterol Lembaga Gandum (Triticum sp.)	Jurnal Teknologi & Industri Pangan PATPI - Fateta IPB	0216-2318	-	XVI	1	2005	Bogor, Indonesia	1-12	Ya	1. Sri Anna Marliyati 2. Hidayat Syarif 3. Deddy Muchtadi 4. Latifah Kosim 5. Rimbawan	131841753 130516871 130536675 130536681 131629744	24,00	14,40 2,40 2,40 2,40 2,40	1.a.2).b).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
7	Komponen Bioktif dalam Pangan Fungsional	Majalah Gizi Medik Indonesia Majalah Profesi	1412-2618		3	7	Januari 2004	Indonesia	4-6		Deddy Muchtadi	130536675	9,00	9,00	1.a.2).c)
8	Karbohidrat Dalam Makanan Bayi	FOOD REVIEW Majalah Bulanan	1907-1280		1	3	April 2006	Indonesia	44-45		Deddy Muchtadi	130536675	1,00	1,00	1.a.4).
9	Konsep Keamanan Fortifikasi Pangan	FOODREVIEW Indonesia Majalah Bulanan	1907-1280		1	7	Agustus 2006	Indonesia	48-50		Deddy Muchtadi	130536675	1,00	1,00	1.a.4).
10	Efek Suplementasi Zn terhadap Status Imun Wanita Premenopause yang Dinterensi dengan Minuman Bertsolflavon (Makalah Kurang Lengkap)	Hayati PBI dan FMIPA IPB	0854-8587		12	2	Juni 2005	Bogor, Indonesia	82-86	Ya	1. Hery Winarsi 2. Deddy Muchtadi 3. Fransisca Rungkat 4. Agus Purwanto	130536675 130536675 131476603	23,00	13,80 3,07 3,07 3,07	1.a.2).b)
11	Formulasi Produk Pangan Pencegah Penyakit Jantung Koroner	FOOD REVIEW Indonesia Majalah Bulanan	1907-1280		II	3	Maret 2007	Indonesia	26-29		Deddy Muchtadi	130536675	1,00	1,00	1.a.4).
12	Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Suji (Pleomele angustifolia N.E. Brown)	Jurnal Teknologi & Industri Pangan PATPI - Fateta IPB	0216-2318		XVII	2	2006	Bogor, Indonesia	79-86	Ya	1. E. Prangdimurti 2. Deddy Muchtadi 3. Made Astawan 4. Fransisca Rungkat	132006117 130536675 131667800 131476603	24,00	14,40 3,20 3,20 3,20	1.a.2).b)
13	Salah Kaprah Penambahan Asam Lemak Dalam Makanan Bayi Dan Anak	Indonesia Food & Beverage Buletin Industri Edisi 8 GAPMMI					Februari-Maret 2004	Indonesia	13-16		Deddy Muchtadi	130536675	1,00	1,00	1.a.4).
14	Respons Hormonal-Imunitas Wanita Premenopause Yang Dinterensi Minuman Fungsional Berbasis Susu Skim Yang Disuplementasi Dengan 100 mg Isoflavon Kedelai Dan 8 mg Zn-sulfat (Susumeno)	Jurnal Teknologi & Industri Pangan PATPI - Fateta IPB	0216-2318		XV	1	2004	Bogor, Indonesia	28-34	Ya	1. H. Winarsi 2. Deddy Muchtadi 3. Fransisca Rungkat 4. Bambang Purwantara	130536675 131476603 131404216	23,00	13,80 3,07 3,07 3,07	1.a.2).b).
15	Pengaruh Perlindungan Ekstrak Rempang Bangle (Zingiber cassumunar Roxb) Terhadap Kesusakan Hati Tikus Yang Diriduksi CC14	Jurnal Teknologi & Industri Pangan PATPI - Fateta IPB	0216-2318		XV	3	2004	Bogor, Indonesia	214-220	Ya	1. Elmezy Arifah 2. Deddy Muchtadi 3. Fransisca Rungkat 4. Tutik Wresdiyati 5. Sidik	130536675 131476603 131878930	25,00	15,00 2,50 2,50 2,50 2,50	1.a.2).b).
16	Efek Susu Skim Yang Disuplementasi Isoflavon Kedelai Dan Zn ("Susumeno") Terhadap Sindrom Menopause Pada Wanita Premenopause	Jurnal Teknologi & Industri Pangan PATPI - Fateta IPB	0216-2318		XV	3	2004	Bogor, Indonesia	179-187	Ya	1. Hery Winarsi 2. Deddy Muchtadi 3. Fransisca Rungkat 4. Bambang Purwantara	130536675 131476603 131404216	25,00	15,00 3,33 3,33 3,33	1.a.2).b).
17	Antioxidant Activity Of Ginger (Zingiber officinale) Oleoresin On The Profile Of Superoxide Dismutase (SOD) In The Kidney Of Rats Under Stress Conditions	Jurnal Teknologi & Industri Pangan. PATPI - Fateta IPB	0216-2318		XVII	2	2007	Bogor, Indonesia	118-125	Ya	1. Tutik Wresdiyati 2. Made Astawan 3. Deddy Muchtadi 4. Yana Nurdiana	131878930 131667800 130536675	25,00	15,00 3,33 3,33 3,33	1.a.2).b).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
18	Penghambatan Oksidasi LDL Dan Akumulasi Kolesterol Pada Makrofag Oleh Ekstrak Temulawak (Curcuma xanthorrhiza Roxb)	Jurnal Teknologi & Industri Pangan PATPI - Fateta IPB	0216-2318		XVII 3	2006		Bogor, Indonesia	221-226	Ya	1. Aisyah Tri Septiana 2. Hidayah Dwiyanti 3. Deddy Muchtadi 4. Fransisca Rungkat	130536675 131476603	24,00	14,40 3,20 3,20 3,20	1.a.2)b
19	Kapasitas Antioksidan dan Hipokolesterolemik Ekstrak Daun Suji	Prosiding Seminar Nasional PATPI "Pengembangan Teknologi Pangan untuk Membangun Kemandirian Pangan"		979-95554-3-4		Agustus 2006		Yogyakarta, Indonesia	G11-20		1. E. Prangdimurti 2. Deddy Muchtadi 3. Made Astawan 4. Fransisca Rungkat	1332006117 130536675 131667800 131476603	10,00	6,00 1,33 1,33 1,33	1.a.3)a.
20	Seng (Zn) Dalam Pangan: Dampaknya Terhadap Kesehatan, Kebutuhan Dan Toksisitas Pada Manusia	Prosiding Seminar Nasional Penanggulangan Masalah Defisiensi Seng (Zn): From Farm to Table		978-979-16216-1-8		2007		Bogor, Indonesia	23-32		Deddy Muchtadi	130536675	9,00	9,00	1.a.3)a.2
21	Perkembangan Ilmu Gizi Dan Perannya Dalam Pendidikan Teknologi Pangan	Mengindera Masa Depan Teknologi Pangan & Gizi 40 Tahun Pendidikan Tinggi Teknologi Pangan Di Fateta IPB		979-95046-8-6		2004		Bogor, Indonesia	57-69		Deddy Muchtadi	130536675	10,00	10,00	1.a.3)a.2
22	Handling, Acceptability And Consumption Pattern Of Locally Produced Soy Products In Different Socio-Economic Groups In Java-Indonesia	Final Report				2007		Bogor, Indonesia	1-92		Deddy Muchtadi	130536675	3,00	3,00	1.b.

Bogor, 3 September 2008
Tim Penilai Karya Ilmiah IPB
Ketua,



Prof. Dr. Ir. H. Endang Suhendang, MS
NIP. 130933588