

EFEK INTERVENSI MINUMAN TEMPE TERHADAP PENURUNAN KADAR *LOW DENSITY LIPOPROTEIN*

(The effect of tempe drink intervention on low density lipoprotein decreasing)

Ika Wirya Wirawanti¹, Hardinsyah¹, Dodik Briawan¹, Made Astawan^{2*}

¹Departemen Gizi Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia, Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680

²Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze the effect of tempe drink intervention on lipid profile of hypercholesterolemic subjects. This study used a Randomized Controlled Trial (RCT) design with 51 males and females subjects with the inclusion criterias were adults aged 25-55 years, not being menopause and pregnant, total cholesterol levels ≥ 200 mg/dl and signed informed consent. The subjects were divided into three treatments - Tempe Drink of A (TDA) formulated from local sprouted soybean, Tempe Drink of B (TDB) formulated from imported soybean and control. The tempe drink was given three glasses a day for four weeks, contained at least 25 g of protein/day. The control treatment was not given the tempe drink. Lipid profile (total cholesterol, low density lipoprotein (LDL), high density lipoprotein (HDL) and triglycerides (TG)) was collected before and after intervention. The results showed that both TDA and TDB decreased total cholesterol, LDL, and TG of subjects, respectively 26.7 mg/dl and 17.3 mg/dl; 3.6 mg/dl and 1.0 mg/dl; and 16.2 mg/dl and 3.7 mg/dl compared to control subjects, but did not increase HDL of subjects. This implies that tempe drink had beneficial health effect on lowering total cholesterol, LDL and TG.

Keywords: hypercholesterolemia, lipid profile, tempe drink

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis efek intervensi minuman tempe terhadap profil lipid pada subjek hiperkolesterolemia. Desain penelitian yang digunakan adalah *Randomized Controlled Trial* (RCT) dengan total 51 subjek pria dan wanita dengan kriteria inklusi yaitu dewasa berusia 25-55 tahun, belum mengalami menopause atau tidak sedang hamil, kadar kolesterol total ≥ 200 mg/dl, dan menandatangani *informed consent*. Subjek dibagi ke dalam 3 perlakuan - Minuman Tempe A (MTA) yang diformulasikan dari kedelai lokal yang dikecambahkan, Minuman Tempe B (MTB) yang diformulasikan dari kedelai impor, dan kontrol. Minuman tempe diberikan tiga gelas sehari selama empat minggu paling sedikit mengandung 25 g protein/hari. Perlakuan kontrol tidak diberikan minuman tempe. Profil lipid (kolesterol total, *low density lipoprotein* (LDL), *high density lipoprotein* (HDL) dan trigliserida (TG)) dikumpulkan sebelum dan setelah intervensi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa MTA dan MTB dapat menurunkan kadar kolesterol total, LDL, serta TG subjek masing-masing 26,7 mg/dl dan 17,3 mg/dl; 3,6 mg/dl dan 1,0 mg/dl; serta 16,2 mg/dl dan 3,7 mg/dl dibandingkan dengan subjek pada perlakuan kontrol, namun tidak dapat meningkatkan kadar HDL subjek. Hal ini menunjukkan bahwa minuman tempe memiliki efek kesehatan yang baik untuk menurunkan kadar kolesterol total, LDL, dan TG.

Kata kunci: hiperkolesterolemia, minuman tempe, profil lipid

PENDAHULUAN

Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2013 menunjukkan prevalensi penduduk yang menderita PJK berdasarkan diagnosis dokter atau gejala mencapai 1,5% (Kemenkes 2013). Hiperkolesterolemia telah terbukti menjadi faktor risiko mayor dari PJK (Dulmus & Rapp-Paglicci 2005).

Salah satu cara memperbaiki hiperkolesterolemia yaitu dengan mengonsumsi pangan yang mengandung protein kedelai. Di Indonesia, penelitian menunjukkan bahwa intervensi protein kedelai 26,4 g dapat menurunkan kolesterol total, LDL, dan trigliserida secara signifikan (Utari 2011). Pada bulan Oktober 1999, *US Food and Drug Administration* (FDA) menyetujui pelabelan untuk makanan yang mengandung protein

*Korespondensi: Telp: +628161374074, Surel: mastawan@yahoo.com

kedelai sebagai pelindung terhadap PJK. Keputusan ini didasarkan pada studi klinis yang membuktikan bahwa 25 g protein kedelai per hari telah dapat menurunkan kolesterol total dan LDL (Sacks *et al.* 2006; Erdman 2000).

Di Indonesia, kedelai sangat lazim diolah menjadi salah satu pangan tradisional khas Indonesia yaitu tempe. Tempe dinilai sebagai pangan yang kaya protein nabati. Proses fermentasi menggunakan *Rhizopus sp.* menghasilkan beberapa enzim yang menghidrolisis senyawa-senyawa kompleks menjadi lebih sederhana, sehingga lebih mudah dicerna dan diserap tubuh (Astawan *et al.* 2016a).

Berdasarkan hasil analisis pola konsumsi pangan dan gizi penduduk Indonesia dari RISKESDAS 2010, tempe goreng adalah pangan sumber protein nabati dari kelompok kacang-kacangan, biji-bijian, dan olahannya yang paling banyak dikonsumsi baik oleh anak, remaja, dewasa muda, dewasa perempuan dan laki-laki termasuk perempuan hamil, dan lansia (Hardinsyah *et al.* 2012). Modifikasi tempe menjadi minuman tempe berbentuk serbuk siap seduh menjadi hal inovatif karena membuat penyajian tempe menjadi lebih praktis, mudah dikonsumsi, tahan lebih lama, dan tersedia setiap saat (Astawan 2017). Melihat potensi pengembangan tempe yang besar sebagai pangan hipokolesterolemik membuat peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui efek intervensi minuman tempe terhadap profil lipid pada subjek hiperkolesterolemia.

METODE

Desain, tempat, dan waktu

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian besar dengan judul “Efek intervensi minuman tempe pada hiperkolesterolemia dan hipertensi” yang didanai dari hibah kompetensi Kementerian Riset dan Pendidikan Tinggi. Jenis penelitian yang dilakukan adalah eksperimental dengan desain *Randomized Controlled Trial* (RCT). Penelitian ini terdiri atas tiga perlakuan yaitu (1) mendapatkan intervensi minuman tempe A; (2) mendapatkan intervensi minuman tempe B; dan (3) kontrol yang tidak mendapatkan intervensi minuman tempe. Subjek dalam ketiga perlakuan mendapatkan edukasi gizi berupa *leaflet* berisi pesan gizi seimbang. Minuman tempe A dibuat menggunakan tempe dari kedelai lokal varietas Grobogan yang dikecambahkan, sedangkan minuman tempe B dibuat menggunakan tempe dari kedelai impor *Genetically Modified*

Organisms (GMO) yang tidak dikecambahkan. Pembagian subjek ke dalam masing-masing perlakuan dilakukan secara acak.

Keseluruhan kegiatan penelitian mulai dari persiapan hingga analisis data dilaksanakan pada bulan Maret-Oktober 2015. Intervensi dilaksanakan selama empat minggu pada bulan Mei-Juni 2015 di Institut Pertanian Bogor (IPB), kampus Dramaga dan pemeriksaan profil lipid dilakukan di Laboratorium Kesehatan Daerah (Labkesda) Bogor.

Jumlah dan cara pengambilan subjek

Jumlah minimal subjek yang dibutuhkan untuk penelitian ini dihitung menggunakan rumus uji hipotesis beda rata-rata yaitu 17 orang di tiap perlakuan. Pada tahap skrining, 149 orang diwawancarai dan mengisi kuesioner karakteristik kemudian diukur kadar kolesterol totalnya melalui darah kapiler menggunakan metode *finger prick*. Subjek yang dinyatakan memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi yaitu sebesar 54 orang yang selanjutnya dikumpulkan untuk diambil data berat dan tinggi badan serta kadar profil lipid sebelum intervensi. Secara acak, subjek dibagi ke dalam tiga perlakuan dengan jumlah masing-masing subjek di tiap perlakuan sebanyak 18 orang (33,3%). Hingga akhir penelitian tiga subjek dinyatakan *drop out*, masing-masing satu orang di tiap perlakuan sehingga jumlah subjek yang mengikuti penelitian hingga akhir adalah 17 subjek di tiap perlakuan dengan total jumlah subjek 51 orang.

Populasi penelitian adalah tenaga kependidikan IPB. Mereka dikumpulkan melalui pemberian surat undangan untuk menghadiri skrining, penyebaran *leaflet*, dan penempelan *pamflet* di setiap ruangan unit kerja di lingkungan rektorat dan perpustakaan. Sampel yang terpilih merupakan subjek yang memenuhi kriteria inklusi yaitu pria atau wanita dewasa berusia 25-55 tahun, belum menopause dan tidak sedang hamil, kadar kolesterol total ≥ 200 mg/dl, dan menandatangani *informed consent*. Kriteria eksklusi yaitu berpartisipasi dalam penelitian lain, tidak menyukai kedelai atau tempe dan mengonsumsi obat penurun kolesterol.

Formulasi dan intervensi minuman tempe

Minuman tempe A yang menggunakan tempe dari kedelai lokal varietas Grobogan dikecambahkan sesuai dengan prosedur dalam penelitian Sirait (2015) yaitu kedelai direndam dalam air selama 6 jam yang selanjutnya ditempatkan pada ember yang sudah dilubangi bagian alasnya

dan ditutup dengan kain/ plastik gelap kemudian dibiarkan mengalami proses pengecambahan di suhu ruang selama 28 jam. Selama proses itu, kedelai disiram dengan air setiap 3 jam. Minuman tempe B yang menggunakan tempe dari kedelai impor GMO tersedia di Rumah Tempe Indonesia (RTI). Varietas Grobogan dipilih sebagai salah satu upaya pemberdayaan sumber daya lokal dan proses pengecambahan dilakukan untuk mengoptimalkan kuantitas protein kedelainya (Sirait 2015). Berdasarkan kualitas, protein tempe GMO terbukti memiliki nilai yang sama dengan tempe non-GMO (Maskar *et al.* 2015). Seluruh tempe diproduksi oleh RTI, sedangkan produk minuman tempe A dan B berbentuk serbuk siap seduh diproduksi oleh PT Harapan Bunda Mandiri. Produk minuman tempe dibagikan kepada subjek dua kali seminggu (senin 9 bungkus dan kamis 12 bungkus) dan dikonsumsi tiga bungkus/hari selama empat minggu (28 hari). Subjek menyiapkan sendiri minumannya sesuai dengan prosedur yaitu disiapkan satu bungkus produk ke dalam gelas, diseduh dengan air hangat \pm 150 ml, diaduk, lalu diminum oleh subjek. Prosedur ini dimaksudkan untuk menjaga kualitas warna, rasa, dan aroma minuman tempe sehingga dapat menjaga tingkat kesukaan subjek. Kepatuhan subjek dinilai melalui wawancara dan pengisian kuesioner kepatuhan serta pengembalian bungkus produk setiap dua kali seminggu (hari senin dan kamis).

Produk minuman tempe dibuat dengan tambahan tepung terigu, garam, gula, minyak nabati, dan *baking powder* dengan variasi 3 *flavor* yaitu *flavor* cokelat, vanilla, dan pisang sesuai dengan hasil penelitian Sirait (2015). Subjek dapat memilih minuman tempe dengan *flavor* yang diinginkan sesuai kesukaannya. Setiap satu bungkus produk minuman tempe (35 g) dibutuhkan \pm 31,82 g tempe segar. Jika dalam satu hari subjek mengonsumsi tiga bungkus maka subjek mengonsumsi \pm 95,46 g tempe segar. Hasil penelitian Sirait (2015) menunjukkan bahwa kadar protein produk minuman tempe A dan B masing-masing 10,33 g dan 10,17 g. Jumlah ini merupakan jumlah protein total dalam satu bungkus produk, jumlah protein dari kedelainya diperkirakan kurang dari nilai tersebut karena sumber protein yang berkontribusi diduga berasal dari tempe serta bahan lainnya, namun dengan pengonsumsiannya sebanyak tiga kali dalam sehari maka dapat memenuhi kebutuhan protein kedelai yang direkomendasikan FDA yaitu 25 g per hari.

Jenis dan cara pengumpulan data

Data primer terdiri atas karakteristik subjek (jenis kelamin, umur, tingkat pendidikan, status merokok, dan status gizi) dan kadar profil lipid yaitu kolesterol total, LDL, HDL, dan TG. Data sekunder terdiri atas data formulasi minuman tempe. Pengumpulan data dibantu oleh enumerator, *phlebotomist*, dan didampingi dokter.

Data karakteristik subjek dikumpulkan satu kali pada saat sebelum intervensi melalui wawancara dan pengisian kuesioner. Data berat dan tinggi badan dikumpulkan menggunakan timbangan badan digital dan *microtoise*. Data profil lipid dikumpulkan dua kali pada saat sebelum dan setelah intervensi melalui darah vena kemudian dianalisis di laboratorium menggunakan metode spektrofotometer.

Pengolahan dan analisis data

Data yang diperoleh diolah menggunakan program *Microsoft Excel* dan *SPSS for windows*. Pengolahan dimulai dari data yang terkumpul di lapangan hingga siap dianalisis. Data karakteristik dianalisis menggunakan uji *Kruskal Wallis*. Data profil lipid dianalisis menggunakan *Analysis of variance (Anova)* untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diamati, dilanjutkan dengan uji *Duncan*. Selain itu, dilakukan *paired sample T test* untuk mengetahui perubahan sebelum dan setelah intervensi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik subjek

Hasil uji *Kruskal Wallis* pada Tabel 1 menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan karakteristik subjek antar masing-masing perlakuan. Tabel 1 menunjukkan proporsi perempuan lebih besar dibandingkan dengan laki-laki. Menurut umur, proporsi subjek berumur 25-45 tahun lebih besar dibandingkan dengan 46-55 tahun. Di Indonesia, prevalensi penyakit jantung lebih banyak diderita perempuan dan jumlahnya semakin meningkat seiring dengan meningkatnya umur (Depkes 2008; Kemenkes 2013). Tingkat pendidikan dengan jumlah subjek paling banyak adalah perguruan tinggi dan paling sedikit adalah SD. Di Indonesia, pada umumnya prevalensi penyakit jantung berbanding terbalik dengan tingkat pendidikan, semakin tinggi tingkat pendidikan maka prevalensinya semakin menurun, namun kembali meningkat pada penduduk tamat D1-D3/ perguruan tinggi (Depkes 2008; Kemenkes 2013). Tingkat pendidikan memengaruhi

Tabel 1. Sebaran subjek berdasarkan karakteristik subjek

Karakteristik	Perlakuan			Total n (%)	p
	A n (%)	B n (%)	Kontrol n (%)		
Jenis kelamin					
Laki-laki	8 (36,4)	7 (31,8)	7 (31,8)	22 (43,1)	0,93
Perempuan	9 (31,0)	10 (34,5)	10 (34,5)	29 (56,9)	
Umur					
25-45 tahun	12(36,4)	11 (33,3)	10 (30,3)	33 (64,7)	0,78
46-55 tahun	5 (27,8)	6 (33,3)	7 (38,9)	18 (35,3)	
Tingkat pendidikan					
SD - SMP	2 (40,0)	2 (40,0)	1 (20,0)	5 (9,8)	0,86
SMA	7 (41,2)	5 (29,4)	5 (29,4)	17 (33,3)	
Diploma	1 (12,5)	3 (37,5)	4 (50,0)	8 (15,7)	
Perguruan tinggi	7 (33,3)	7 (33,3)	7 (33,3)	21 (41,2)	
Status merokok					
Merokok	3 (37,5)	2 (25,0)	3 (37,5)	8 (15,7)	0,87
Tidak merokok	14 (32,6)	15 (34,8)	14 (32,6)	43 (84,3)	
Status gizi					
Kurus (<18,5)	1 (100,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (2,0)	0,94
Normal (\geq 18,5-24,9)	6 (30,0)	6 (30,0)	8 (40,0)	20 (39,2)	
<i>Overweight</i> (\geq 25,0-26,9)	2 (33,3)	3 (50,0)	1 (16,7)	6 (11,8)	
Obesitas (\geq 27,0)	8 (33,3)	8 (33,3)	8 (33,3)	24 (47,0)	

keikutsertaan subjek dalam skrining, kepatuhan, dan pengendalian hiperkolesterolemia (Merkin *et al.* 2009). Proporsi subjek yang tidak merokok lebih besar dibandingkan dengan yang merokok. Di Indonesia, persentase penduduk yang tidak merokok lebih besar dibandingkan dengan yang merokok (Depkes 2008; Kemenkes 2013). Merokok merupakan salah satu faktor risiko PJK (Dulmus & Rapp-Paglicci 2005). Hampir setengah jumlah subjek berstatus gizi obes. Di Indonesia, prevalensi obes pada tahun 2007 mencapai 10,3% dan meningkat di tahun 2013 menjadi 15,4% (Depkes 2008; Kemenkes 2013). Obesitas merupakan salah satu faktor risiko PJK (Dulmus & Rapp-Paglicci 2005).

Profil lipid

Kadar kolesterol total \geq 200 mg/dl termasuk sebagai kondisi hiperkolesterolemia (Merkin *et al.* 2009). Di Indonesia, penduduk dengan kolesterol total \geq 200 mg/dl mencapai 35,9% (Kemenkes 2013). Karena sering tidak memiliki gejala, banyak yang tidak menyadari dirinya mengalami hiperkolesterolemia (Dulmus & Rapp-Paglicci 2005). Profil lipid subjek sebelum dan setelah intervensi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan bahwa hasil *paired-samples T test*, intervensi minuman tempe dapat menurunkan kadar LDL sebesar 3,6 mg/dl pada perlakuan A dan 1,0 mg/dl pada perlakuan B, meskipun tidak signifikan. Hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian intervensi tempe sebelumnya oleh Utari (2011) yang memberikan tempe 160 g/hari dengan kadar protein 26,4 g selama 4 minggu pada 53 wanita menopause dan terbukti dapat menurunkan LDL secara signifikan. Demikian pula dengan beberapa hasil meta-analisis yang menunjukkan bahwa secara signifikan terjadi penurunan LDL (Anderson *et al.* 1995; Weggemans & Trautwei 2003; Zhuo *et al.* 2004; Zhan & Ho 2005; Reynolds *et al.* 2006; Taku *et al.* 2007). Hasil uji *Duncan* menunjukkan terdapat perbedaan signifikan antara penurunan LDL pada perlakuan A dan B dengan perlakuan kontrol, meskipun penurunan pada perlakuan A dan B tidak berbeda secara signifikan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perbedaan jenis kedelai dan proses pengecambahan yang dilakukan pada kedelai lokal varietas Grobogan dapat memengaruhi penurunan LDL pada subjek hiperkolesterolemia. Perkecambahan merupakan salah satu inovasi yang dapat dilakukan untuk meningkatkan

Tabel 2. Profil lipid subjek sebelum dan setelah intervensi

Variabel (mg/dl)	Perlakuan			p ¹⁾
	A	B	Kontrol	
	Rata-rata ± SD	Rata-rata ± SD	Rata-rata ± SD	
Kolesterol total				
Sebelum	227,2 ± 26,5 ^a	231,9 ± 19,6 ^a	234,8 ± 24,5 ^a	0,64
Setelah	200,5 ± 25,0 ^a	214,6 ± 26,6 ^{ab}	223,7 ± 22,4 ^b	0,03*
Delta (Perubahan)	-26,7 ± 23,4 ^a	-17,3 ± 17,0 ^a	-11,1 ± 27,9 ^a	0,15
p ²⁾	0,00*	0,00*	0,12	
LDL				
Sebelum	142,5 ± 7,5 ^a	142,6 ± 6,7 ^a	141,9 ± 7,0 ^a	0,95
Setelah	138,9 ± 9,8 ^a	141,6 ± 11,8 ^a	149,4 ± 7,5 ^b	0,01*
Delta (Perubahan)	-3,6 ± 9,9 ^a	-1,0 ± 12,8 ^a	7,5 ± 6,5 ^b	0,01*
p ²⁾	0,15	0,77	0,00*	
HDL				
Sebelum	55,4 ± 14,5 ^a	55,8 ± 10,3 ^a	59,1 ± 13,7 ^a	0,67
Setelah	49,9 ± 8,2 ^a	51,7 ± 8,8 ^a	51,2 ± 11,9 ^a	0,86
Delta (Perubahan)	-5,5 ± 14,4 ^a	-4,1 ± 13,8 ^a	-7,9 ± 14,8 ^a	0,74
p ²⁾	0,14	0,24	0,04*	
TG				
Sebelum	186,8 ± 122,8 ^a	160,2 ± 71,6 ^a	150,8 ± 72,8 ^a	0,50
Setelah	170,6 ± 104,4 ^a	156,5 ± 66,8 ^a	179,1 ± 102,8 ^a	0,77
Delta (Perubahan)	-16,2 ± 91,6 ^a	-3,7 ± 39,1 ^a	28,3 ± 81,6 ^a	0,21
p ²⁾	0,48	0,70	0,17	

Keterangan: SD=Standar Deviasi; *Signifikan pada $p \leq 0,05$; ^{a,b}Huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak ada pengaruh/ perbedaan signifikan pada $p > 0,05$; p¹⁾ Anova antara perlakuan A, B, dan kontrol; p²⁾ Paired-samples T test antara sebelum dan setelah intervensi.

mutu gizi dari kedelai. Proses perkecambahan dipilih karena mudah dilakukan dan dengan biaya yang relatif terjangkau untuk meningkatkan mutu gizi dari biji-bijian dan kacang-kacangan. Selama perkecambahan terjadi banyak perubahan komponen zat gizi, menjadi senyawa yang lebih sederhana dan mudah dicerna (Astawan & Hazmi 2016). Hasil penelitian Astawan (2016b) menunjukkan bahwa perlakuan perkecambahan dapat meningkatkan kualitas dari tepung tempe kecambah kedelai, diantaranya yaitu meningkatkan kadar protein. Indonesia diakui sebagai produsen tempe dan pusat pasar kedelai terbesar di Asia (Astawan 2013). Untuk meningkatkan ketahanan pangan nasional, sangat penting untuk menggunakan kedelai lokal sebagai bahan baku pembuatan tempe (Astawan *et al.* 2014).

Hasil penelitian menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan efek intervensi minuman tempe A dan B dibandingkan dengan perlakuan kontrol pada kolesterol total, HDL dan TG namun terdapat kecenderungan nilai tersebut membaik. Hal tersebut diduga karena rentang waktu intervensi yang kurang lama. Rentang waktu intervensi yang lebih lama pada meta-analisis Zhan dan Ho (2005) dengan durasi rata-

rata delapan minggu dan Reynolds *et al.* (2006) dengan durasi rata-rata enam minggu terbukti menurunkan kolesterol total, LDL dan TG serta meningkatkan HDL.

Hasil penelitian terkait kadar kolesterol total sejalan dengan penelitian Wardani (2000) yang menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan penurunan kadar kolesterol total pada kelompok perlakuan dibandingkan dengan kontrol. Sebaliknya, penelitian Utari (2011) secara signifikan dapat menurunkan kolesterol total. Meskipun rentang waktu intervensi sama, perbedaan ini mungkin dikarenakan perbedaan jumlah sampel dan subjeknya. Penelitian lain oleh Jenkins *et al.* (2002) yang memberikan minimal 50 g protein kedelai pada pria hiperlipidemia dan wanita menopause selama satu bulan menunjukkan penurunan kolesterol secara signifikan dibandingkan dengan kelompok kontrol. Perbedaan jumlah protein yang diintervensikan dan subjek yang berbeda kemungkinan membuat hasil penelitian berbeda pula. Meskipun tidak signifikan, namun ada kecenderungan kadar kolesterol total subjek menurun pada perlakuan A dan B dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Berdasarkan hasil *paired-samples T test*, kolesterol

total secara signifikan menurun pada perlakuan A maupun perlakuan B sedangkan di perlakuan kontrol penurunannya tidak signifikan.

Hasil penelitian terkait kadar HDL sejalan dengan hasil penelitian Utari (2011) dan meta-analisis Anderson *et al.* (1995) serta Yeung dan Yu (2003) yang menunjukkan intervensi tidak dapat meningkatkan kadar HDL. Hal ini mungkin dikarenakan rentang waktu intervensi yang kurang lama. Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan perubahan HDL terjadi setelah intervensi selama 12 minggu (Utari 2011). Sebaliknya, hasil meta-analisis Weggemans dan Trautwei (2003) menunjukkan pemberian 36 g protein kedelai dapat meningkatkan HDL. Jumlah protein yang berbeda kemungkinan membuat hasil penelitian berbeda pula. Meskipun tidak signifikan, namun ada kecenderungan kadar HDL subjek lebih baik pada perlakuan A dan B dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Berdasarkan hasil *paired-samples T test*, terjadi penurunan yang signifikan pada perlakuan kontrol sedangkan pada perlakuan A dan B penurunannya tidak signifikan.

Hasil penelitian terkait kadar TG sejalan dengan meta-analisis Yeung dan Yu (2003), dan Taku *et al.* (2007) yang menunjukkan penurunan TG tidak signifikan. Sebaliknya, penelitian Utari (2011) secara signifikan dapat menurunkan kadar TG. Hasil meta-analisis Anderson *et al.* (1995) dengan intervensi protein kedelai rata-rata 31 g/hari dan 47 g/hari (kisaran 17-124) menunjukkan terjadi penurunan TG. Perbedaan jumlah protein yang kemungkinan membuat hasil penelitian berbeda. Meskipun tidak signifikan, namun ada kecenderungan kadar TG subjek lebih baik pada perlakuan A dan B dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Hasil *paired-samples T test* menunjukkan terjadi penurunan yang tidak signifikan pada semua perlakuan, namun nilai delta menunjukkan pada perlakuan A dan B terjadi penurunan kadar TG, sebaliknya perlakuan pada kontrol terjadi peningkatan kadar TG.

Hasil ulasan Vega-Lopez dan Lichtenstein (2005) menunjukkan bahwa dibandingkan dengan protein hewani selain kasein, konsumsi protein kedelai ≥ 25 g/hari memiliki efek hipokolesterolemik yang konsisten. Efek hipokolesterolemik kedelai dan tempe tidak secara spesifik ditunjukkan oleh faktor tertentu, namun akibat dari peran sinergis beberapa komponen dalam kedelai (Potter 1995).

Kedelai mengandung dua tipe penyimpanan protein yaitu globulin 11S (*glycinin*) dan 7S (*β -conglycinin*). Keduanya telah terbukti dapat menstimulasi peningkatan aktivitas reseptor

LDL sehingga dapat menurunkan LDL (Erdman 2000). Hal ini terbukti pada penelitian Baum *et al.* (1998) yang menunjukkan peningkatan aktivitas reseptor LDL lebih tinggi pada kelompok yang diberi intervensi protein kedelai dibanding protein kasein.

Enzim protease yang dihasilkan selama proses fermentasi tempe membuat protein diurai menjadi asam amino bebas (Astuti *et al.* 2000). Total asam amino mengalami penurunan pada tempe tetapi asam amino bebas meningkat tajam (Murata *et al.* 1967). Protein kedelai terbukti mengandung asam amino arginin yang tinggi dan merupakan prekursor metabolik yang berpotensi dalam meningkatkan produksi NO (He *et al.* 2005). Arginin merupakan substrat yang siap disintesis untuk menghasilkan *Nitric Oxide* (NO) dengan bantuan enzim *NO Synthases* (NOSs) (Brocq *et al.* 2008). Penelitian Utari (2011) membuktikan asam amino yang paling tinggi pada tempe adalah arginin. Sumber protein nabati seperti tempe mempunyai rasio arginin terhadap lisin yang lebih tinggi dibandingkan dengan protein hewani sehingga dapat menurunkan sekresi insulin dan glukagon, serta dapat menghambat lipogenesis karena berperan dalam homeostatis lipid dan glukosa (Erdman 2000). Lisin cenderung dapat meningkatkan kolesterol, sedangkan arginin memberikan efek sebaliknya. Mekanisme arginin terhadap profil lipid yaitu melalui mekanisme penurunan lipogenesis oleh NO. NO dapat menghambat sintesis glukosa, glikogen, dan lemak pada hati dan adiposa (Jobgen *et al.* 2006). Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi plasma *Asymmetrical Dimethylarginine* (ADMA), suatu inhibitor endogen sintesis NO meningkat pada kelinci hiperkolesterolemia (Boger *et al.* 1997).

Selain mengandung protein yang tinggi, tempe juga mengandung isoflavon. Proses fermentasi pada tempe mampu mengaktifkan enzim β -glukosidase pada kedelai sehingga dapat menghidrolisis glikosida isoflavon (glikon) menjadi aglikon yang lebih sederhana sehingga lebih mudah diserap tubuh (Ha *et al.* 1992). Hasil uji isoflavon dari laboratorium menunjukkan bahwa satu bungkus produk minuman tempe A dan B mengandung masing-masing 36,05 mg dan 35,52 mg isoflavon, jika dikonsumsi tiga kali dalam sehari maka jumlah isoflavon menjadi 108,15 mg dan 106,56 mg per hari. Isoflavon dapat memberikan efek yang mirip dengan estrogen, yaitu menurunkan LDL dan meningkatkan HDL (Erdman 2000).

KESIMPULAN

Intervensi minuman tempe dari kedelai varietas Grobogan (lokal) yang dikambahkan (A) dan minuman tempe dari kedelai GMO impor yang tidak dikambahkan (B) sebanyak tiga gelas/hari selama empat minggu pada subjek hiperkolesterolemia dapat menurunkan kadar LDL masing-masing 3,6 mg/dl dan 1,0 mg/dl dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Tidak ada perbedaan signifikan kolesterol total, HDL dan TG pada efek intervensi minuman tempe dari kedelai varietas Grobogan (lokal) yang dikambahkan (A) dan minuman tempe dari kedelai GMO impor yang tidak dikambahkan (B) dibandingkan dengan perlakuan kontrol pada namun ada kecenderungan nilai tersebut membaik.

Masyarakat dengan hiperkolesterolemia disarankan untuk mengonsumsi tempe kedelai, bisa dari kedelai lokal seperti varietas Grobogan yang dikambahkan dengan kandungan protein minimal 25 g (± 100 g tempe segar) sebagai salah satu upaya untuk memperbaiki status profil lipid. Institusi kesehatan disarankan dapat meningkatkan sosialisasi terkait salah satu manfaat tempe bagi kesehatan ini. Institusi lainnya seperti pengrajin tempe disarankan dapat menggunakan kedelai lokal seperti varietas Grobogan yang dikambahkan untuk meningkatkan kualitas produksi tempe agar memperoleh kandungan gizi yang optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada pemberi dana penelitian, yaitu Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi, melalui skema "Hibah Kompetensi 2015-2017" atas nama Made Astawan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson JW, Johnstone BM, Cook-Newell ME. 1995. Meta-analysis of the effects of soy protein intake on serum lipids. *N Engl J Med* 333(5):276-282.
- Astawan M. 2013. Soy story. *Food Review* 8(10): 46-51.
- Astawan M, Adiningsih NR, Palupi NS. 2014. Evaluasi kualitas nugget tempe dari berbagai varietas kedelai. *Pangan* 23:244-255.
- Astawan M, Hazmi K. 2016. Karakteristik fisikokimia tepung kecambah kedelai. *Pangan* 25(2):105-112.
- Astawan M, Hermanianto J, Suliantari, Sugiyanto GSP. 2016a. Application of vacuum packaging to extend the shelf life of fresh-seasoned tempe. *Int Food Res J* 23(6):2571-2580.
- Astawan M, Wresdiyati T, Ichsan M. 2016b. Karakteristik fisikokimia tepung tempe kecambah kedelai. *J Gizi Pangan* 11(1):35-42.
- Astawan M, Wresdiyati T, Maknun L. 2017. Tempe Sumber Zat Gizi dan Komponen Bioaktif untuk Kesehatan. Bogor: IPB Press.
- Astuti M, Meliala A, Dalais FS, Wahlqvist ML. 2000. Tempe, a nutritious and healthy food from Indonesia. *Asia Pac J Clin Nutr* 9(4):322-325.
- Baum JA, Teng H, Erdman JW Jr, Weigel RM, Klein BP, Persky VW, Freels S, Surya P, Bakhit RM, Ramos E, Shay NF, Potter SM. 1998. Long-term intake of soy protein improves blood lipid profiles and increases mononuclear cell low-density-lipoprotein receptor messenger RNA in hypercholesterolemic, postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 68(3):545-551.
- Boger RH, Bode-Boger SM, Brandes RP, Phivthong-Ngam L, Bohme M, Nafe R, Mugge A, Frolich JC. 1997. Dietary l-arginine reduces the progression of atherosclerosis in cholesterol-fed rabbits. *Circulation* 96(4):1282-1290.
- Brocq ML, Leslie SJ, Milliken P, Megson IL. 2008. Endothelial dysfunction: from molecular mechanisms to measurement, clinical implications, and therapeutic opportunities. *Antioxid Redox Signal* 10(9):1631-1673.
- [Depkes] Departemen Kesehatan. 2008. Riset Kesehatan Dasar 2007. Jakarta : Balitbangkes Departemen Kesehatan RI.
- Dulmus CN, Rapp-Paglicci LA. 2005. Handbook of Preventive Interventions for Adults. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Erdman JW Jr. 2000. Soy protein and cardiovascular disease: a statement for healthcare professionals from the nutrition committee of the AHA. *Circulation* 102(20):2555-2559.
- Ha EYW, Morr CV, Seo A. 1992. Isoflavone aglycones and volatile compound in soybeans; effect of soaking treatments. *J Food Sci* 57(2):414-417.
- Hardinsyah, Irawati A, Kartono D, Prihatini S, Linorita I, Amilia L, Fermanda M, Adyas EE, Yudianti D, Kusharto CM *et al.* 2012. Pola Konsumsi Pangan dan Gizi Penduduk Indonesia: Berdasarkan Data Riset Kes-

- ehatan Dasar 2010. Jakarta (ID): Departemen Gizi Masyarakat FEMA IPB dan Balitbangkes Kementerian Kesehatan RI.
- He J, Gu D, Wu X, Chen j, Duan X, Chen J, Whelton PK. 2005. Effect of soybean protein on blood pressure: a randomized, controlled trial. *Ann Intern Med* 143(1):1-9.
- Jenkins DJA, Kendall CWC, Jackson CJC, Connelly PW, Parker T, Faulkner D, Vidgen E, Cunnane SC, Leiter LA, Josse RG. 2002. Effects of high- and low-isoflavone soyfoods on blood lipids, oxidized LDL, homocysteine, and blood pressure in hyperlipidemic men and women. *Am J Clin Nutr* 76(2):365-372.
- Jobgen WS, Fried SK, Fu WJ, Meininger CJ, Wu G. 2006. Regulatory role for the arginine-nitric oxide pathway in metabolism of energy substrates. *J Nutr Biochem* 17(9): 571-588.
- [Kemenkes] Kementerian Kesehatan. 2013. *Riset Kesehatan Dasar 2013*. Jakarta (ID): Balitbangkes Kementerian Kesehatan RI.
- Maskar DH, Hardinsyah, Damayanthi E, Astawan M, Wresdiyati T. 2015. Evaluasi kesepadanan mutu gizi tempe kedelai pangan rekayasa genetik (PRG) dan non-PRG serta dampak konsumsinya pada tikus percobaan. *J Gizi Pangan* 10(3):207-216.
- Merkin SS, Karlamangla A, Crimmins E, Charette SL, Hayward M, Kim JK, Koretz B, Seeman T. 2009. Education differentials by race and ethnicity in the diagnosis and management of hypercholesterolemia: a national sample of U.S. adults (NHANES 1999-2002). *Int J Public Health* 54(3):166-174.
- Murata K, Ikehata H, Miyamoto T. 1967. Studies on the nutritional value of tempeh. *J Food Sci* 32(5):580-586.
- Potter SM. 1995. Overview of proposed mechanism for hypocholesterolemic effect of soy. *J Nutr* 125(3S):606-611.
- Reynolds K, Chin A, Lees K, Nguyen A, Bujnowski D, He J. 2006. A meta-analysis of the effect of soy protein supplementation on serum lipids. *Am J Cardiol* 98(5):633-640.
- Sacks FM, Lichtenstein A, Horn LV, Harris W, Kris-Etherton P, Winston M. 2006. Soy Protein, isoflavones, and cardiovascular health: an American Heart Association science advisory for professionals from the nutrition committee. *Circulation* 113(7):1034-1044.
- Sirait YIS. 2015. Karakterisasi serbuk minuman berbasis tempe [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Taku K, Umegaki K, Sato Y, Taki Y, Endoh K, Watanabe S. 2007. Soy isoflavones lower serum total and LDL cholesterol in humans: a meta-analysis of 11 randomized controlled trials. *Am J Clin Nutr* 85(4):1148-1156.
- Utari DM. 2011. Efek intervensi tempe terhadap profil lipid, superoksida dismutase, LDL teroksidasi dan malondialdehyde pada wanita menopause [disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Vega-Lopez S, Lichtenstein AH. 2005. Dietary protein type and cardiovascular disease risk factors. *Prev Cardiol* 8(1):31-40.
- Wardani N. 2000. Pengaruh formula tempe terhadap kadar kolesterol total dan apolipoprotein B penderita hiperkolesterolemia [Tesis]. Jakarta (ID): Universitas Indonesia.
- Weggemans RM, Trautwein EA. 2003. Relation between soy-associated isoflavones and LDL and HDL cholesterol concentrations in humans: a meta-analysis. *Eur J Clin Nutr* 57(8):940-946.
- Yeung J, Yu T. 2003. Effects of isoflavones (soy phyto-estrogens) on serum lipids: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutr J* 2(15):1-8.
- Zhan S, Ho SC. 2005. Meta-analysis of the effects of soy protein containing isoflavones on the lipid profile. *Am J Clin Nutr* 81(2): 97-408.
- Zhuo XG, Melby MK, Watanabe S. 2004. Soy isoflavone intake lowers serum LDL cholesterol: a meta-analysis of 8 randomized controlled trials in humans. *J Nutr* 134(9):2395-2400.