



Pemberian minuman secang (*Caesalpinia sappan* L.) terhadap kadar malondialdehid plasma dan kebugaran jasmani pada pegawai penderita prehipertensi

Effect of Secang (Caesalpinia sappan L.) drink toward plasma-malondialdehyde level and physical fitness in prehypertensive government office worker

Farida Fitriyanti¹, Susetyowati², Mae Sri Hartati Wahyuningsih^{3,4}

¹Minat Gizi dan Kesehatan, Program Studi Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan Universitas Gadjah Mada

²Departemen Gizi dan Kesehatan, Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan Universitas Gadjah Mada

³Departemen Farmakologi, Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan Universitas Gadjah Mada

⁴Pusat Kedokteran Herbal, Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan Universitas Gadjah Mada

ABSTRACT

Background: Prehypertension is associated with a higher risk of hypertension and cardiovascular disease. A government office worker has lower physical activity, thus increasing the risk of hypertension, low physical fitness, and a higher level of oxidative stress. Free radical which is the product of oxidative stress can be reduced by antioxidants. Secang (*Caesalpinia sappan* L.) is one of the ingredients in a traditional herbal drink (jamu) and a natural source of antioxidants in the form of polyphenol. **Objective:** The purpose of this study is to discover the effect of secang drink supplementation, and efficacy towards plasma MDA level and physical fitness on a government office worker. **Methods:** This study conducted with true experimental by pre and post-test control group design. The subject is 35 prehypertensive government office workers aged between 25-45 years old in Yogyakarta, divided into treatment and control groups. Secang is given in 3.8g teabag which brewed in 200cc hot water, consumed for 4 weeks. Plasma MDA level is measured using TBARS, and physical fitness is measured using the Harvard step test. Results are analyzed using student paired t-test, Pearson and Spearman correlation test, regression test, and ANOVA. **Results:** There's insignificant decrease of plasma MDA level between intervention group (from $4,28 \pm 3,16$ to $3,66 \pm 1,21$) and control group ($4,85 \pm 2,35$ to $3,65 \pm 1,33$). There's difference on Harvard step test results, intervention group increase from $35,54 \pm 20,18$ to $48,09 \pm 21,86$ in male, while $11,56 \pm 4,94$ to $13,87 \pm 6,25$ in female. In control group, male subject increase $29,20 \pm 10,06$ to $38,18 \pm 23,62$, but decrease $13,30 \pm 7,12$ to $13,26 \pm 2,92$ in female. **Conclusions:** 4 weeks drinks of 3.8 g Secang drink brewed in 200ml hot water, shows no evidence of lowering oxidative stress (MDA) in plasma, but it may increase physical fitness.

KEYWORDS: *Caesalpinia sappan* L.; MDA; physical fitness; prehypertension

ABSTRAK

Latar belakang: Prehipertensi berisiko lebih tinggi menjadi penyakit hipertensi dan kardiovaskuler. Pegawai perkantoran cenderung memiliki tingkat aktivitas fisik rendah yang meningkatkan risiko terjadinya hipertensi, rendahnya kebugaran jasmani, dan *oxidative stress* yang tinggi. *Oxidative stress* menghasilkan radikal bebas yang dapat dikurangi oleh antioksidan. Secang (*Caesalpinia sappan* L.) merupakan bahan jamu tradisional dan sumber antioksidan dalam bentuk *polyphenol*. **Tujuan:** Tujuan penelitian adalah mengetahui efek suplementasi minuman secang terhadap perubahan kadar malondialdehid (MDA) dan tingkat kebugaran jasmani pada pegawai perkantoran penderita prehipertensi. **Metode:** Penelitian *true experimental* dengan *pre-post test control grup design* pada 35 pegawai perkantoran penderita prehipertensi usia 25-45 tahun di Balaikota Yogyakarta yang dibagi menjadi kelompok perlakuan dan kelompok kontrol. Secang diberikan dalam bentuk kantong seduh sebanyak 3,8 g yang diseduh dalam air panas 200 cc dan dikonsumsi selama 4 minggu. Kadar MDA plasma diukur dengan menggunakan TBARS dan kebugaran jasmani tubuh dinilai menggunakan *Harvard Step Test*. Analisis data menggunakan uji *Student's paired t-test*, uji korelasi *Pearson* dan *Spearman*, uji regresi, dan uji ANOVA. **Hasil:** Tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada penurunan MDA antara kelompok intervensi

Korespondensi: Farida Fitriyanti, Minat Gizi dan Kesehatan, Program Studi Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia, e-mail: farida.fitriyanti@mail.ugm.ac.id

Cara sitasi: Fitriyanti F, Susetyowati, Wahyuningsih MSH. Pemberian minuman secang (*Caesalpinia sappan* L.) terhadap kadar malondialdehid plasma dan kebugaran jasmani pada pegawai penderita prehipertensi. Jurnal Gizi Klinik Indonesia. 2020;16(3):94-105. doi: 10.22146/ijcn.33242

(4,28±3,16 menjadi 3,66±1,21) dan kontrol (4,85±2,35 menjadi 3,65±1,33). Terdapat perbedaan hasil uji *Harvard Step test* yaitu pada kelompok intervensi mengalami kenaikan skor pada subjek laki-laki (35,54±20,18 menjadi 48,09±21,86) dan perempuan (11,56±4,94 menjadi 13,87±6,25). Pada kelompok kontrol, subjek laki-laki mengalami kenaikan (29,20±10,06 menjadi 38,18±23,62) sedangkan penurunan terjadi pada subjek perempuan (13,30±7,12 menjadi 13,26±2,92). **Simpulan:** Pemberian minuman secang dengan dosis 3,8 g yang diseduh dengan 200 ml air hangat selama 4 minggu, tidak terbukti menurunkan biomarker *oxidative stress* (MDA) pada plasma, tetapi dapat meningkatkan kebugaran tubuh.

KATA KUNCI: *Caesalpinia sappan* L.; MDA; kebugaran jasmani; prehipertensi

PENDAHULUAN

Hipertensi adalah masalah kesehatan yang banyak ditemukan di Indonesia dengan prevalensi yang meningkat dari 25,8% pada tahun 2013 menjadi 34% pada tahun 2018. Demikian juga dengan prevalensi hipertensi di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) yang meningkat selama lima tahun terakhir (25,7% tahun 2013 menjadi 32,9% tahun 2018) (1,2). Prehipertensi merupakan kondisi seseorang yang memiliki tekanan darah ketika beristirahat antara 120/80-139/89 mmHg. Prehipertensi dapat berkembang menjadi hipertensi apabila tidak terkontrol (3). Prevalensi prehipertensi pada pegawai perkantoran Balaikota Kota Yogyakarta tahun 2015 mencapai 32,53% (4). Faktor yang dapat mempengaruhi prehipertensi menjadi hipertensi adalah paparan radikal bebas dan aktivitas fisik yang kurang. Radikal bebas dapat menimbulkan kerusakan oksidatif yang menyebabkan penyakit degeneratif seperti gangguan kardiovaskular dan aterosklerosis (5,6). Aktivitas fisik adalah salah satu faktor protektif terhadap penyakit degeneratif dan kronis, apabila aktivitas fisik kurang akan berisiko mengalami gangguan kesehatan seperti penyakit kardiovaskular, kelebihan berat badan, hipertensi, diabetes mellitus, dan akan berdampak pada kebugaran jasmani yang rendah. Sebagian besar pegawai perkantoran memiliki tingkat aktivitas fisik yang rendah (7,8).

Tingginya angka hipertensi serta rendahnya aktivitas fisik dapat meningkatkan stres oksidatif dalam tubuh. Hipertensi dapat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain sistem saraf simpatetik (SNS) dan sistem renin angiotensin (RAS). Proses aktivasi RAS hingga terjadi peningkatan tekanan darah dapat menghasilkan radikal bebas. Apabila radikal bebas yang dihasilkan tubuh berlebih dan tidak dapat dinetralisasi oleh antioksidan endogen (dari dalam tubuh), maka kerusakan yang ditimbulkan oleh stres oksidatif dapat diminimalisasi oleh antioksidan eksogen (dari luar tubuh)

(9). Seseorang dengan tingkat stres oksidatif tinggi dan tingkat aktivitas fisik tinggi atau rendah akan mengalami peningkatan kadar *Malondialdehyda* (MDA) plasma. MDA merupakan salah satu biomarker yang kadarnya akan meningkat saat terjadi stres oksidatif. Penelitian di India menyatakan bahwa, pada orang hipertensi memiliki stres oksidatif lebih tinggi dibuktikan oleh kadar MDA yang lebih tinggi pula dibandingkan dengan orang normotensi (10).

Reaktivitas radikal bebas dapat dicegah oleh antioksidan dengan cara menerima atau menyumbangkan elektron. Penelitian di Thailand terkait pemberian antioksidan dalam bentuk kapsul wijen hitam kepada subjek penderita prehipertensi menyebutkan bahwa antioksidan dapat menurunkan kadar tekanan darah, menurunkan MDA plasma serta dapat meningkatkan kadar vitamin E (11). Penelitian lain di Bogor menyebutkan pemberian pangan antioksidan dalam bentuk minuman cincau hijau kepada mahasiwi penyuka gorengan dengan desain pre-post test kontrol selama 21 hari dapat menurunkan kadar MDA plasma secara signifikan (12). Sementara studi tentang kandungan antioksidan secang dalam bentuk ekstrak terhadap kadar MDA secara in vitro dan in vivo pada mencit di India juga menunjukkan bahwa pemberian ekstrak secang sebesar 100 mg/kg berat badan selama 4 hari dapat meningkatkan aktivitas antioksidan endogen dan menurunkan level *thiobarbituric acid reactive substances* atau TBARS (MDA+TBA) (13). Penelitian pada subjek perokok setelah aktivitas fisik dengan metode *Harvard Step up Test* (HST) membuktikan pemberian minuman isotonic antosianin kedelai hitam dapat menurunkan kadar MDA darah secara signifikan dan dapat meningkatkan kebugaran jasmani lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok yang mengonsumsi minuman isotonic tanpa antosianin (14). Selain itu, subjek atlet yang diberikan intervensi berupa kapsul ekstrak temulawak selama dua puluh satu hari terbukti memiliki

kadar MDA dan asam laktat yang lebih rendah serta skor kebugaran jasmani yang lebih tinggi dibandingkan kelompok atlet dengan intervensi placebo (15).

Beberapa jenis zat yang terbukti mempunyai aktivitas antioksidan dan terdapat pada bahan pangan yang biasa dikonsumsi oleh masyarakat adalah vitamin C, flavonoid, vitamin E, polifenol serta fenolik. Meskipun demikian, aktivitas antioksidan dari masing-masing zat antioksidan berbeda. Jenis dan kadar zat aktif yang terkandung pada bahan pangan dapat mempengaruhi aktivitas antioksidan dalam menghambat terjadinya stres oksidatif. Salah satu bahan pangan sumber antioksidan alami yang sering dikonsumsi masyarakat sebagai minuman tradisional serta dipercaya dapat mengurangi kolesterol, menghilangkan rasa pegal dan capek, menyegarkan badan, dan memperlancar peredaran darah adalah secang. Secang (*Caesalpinia Sappan L.*) mengandung sumber antioksidan alami dalam bentuk *polyphenol* seperti xanthone, coumarin, chalcone, flavonoid, homoisoflavonoid, dan brazilin (16). Studi efek antioksidan secang dalam bentuk minuman terkait penurunan kadar MDA dan kebugaran jasmani belum pernah dilakukan di Indonesia. Dengan demikian, tujuan penelitian ini adalah mengkaji manfaat minuman secang yang diharapkan dapat menurunkan kadar MDA plasma dan meningkatkan kebugaran jasmani pada subjek prehipertensi.

BAHAN DAN METODE

Desain dan subjek

Penelitian ini menggunakan metode *true experimental* dengan *pre-post test control grup design* dan dilaksanakan pada bulan Juli-Agustus 2016 di Balaikota Kota Yogyakarta. Metode sampling yang digunakan adalah *non-probability sampling (purposive sampling)*. Penelitian ini telah disetujui oleh Komite Etik Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada dengan No. Ref: KE/FK/464/EC/2016. Pembuatan secang celup dilakukan di CV. Dewi Makmur, Bantul Yogyakarta yang telah memiliki izin produksi dengan nomor 504/DP/CV/81/IV/2011. Analisis aktivitas antioksidan dan komposisi produk secang celup dilakukan di Laboratorium Pusat Studi Pangan dan Gizi, Universitas Gadjah Mada.

Analisis kadar *malondialdehyde* (MDA) darah dilakukan di Laboratorium Biokimia, Fakultas Kedokteran, Universitas Gadjah Mada sedangkan pengambilan data tingkat kebugaran jasmani subjek dengan menggunakan metode *Harvard step test* (HST) yang dilakukan di lingkungan Balaikota Kota Yogyakarta.

Subjek dibagi menjadi dua yaitu kelompok perlakuan dan kelompok kontrol. Besar sampel penelitian ini ditetapkan berdasarkan rumus beda rata-rata dua populasi dengan varians kelompok penelitian serupa (σ^2) sebesar 0,36 dan nilai rata-rata sebelum dan setelah intervensi pada penelitian serupa ($\mu_1 - \mu_2$) sebesar 0,6 maka besar (n) adalah 17 orang untuk setiap kelompok ditambahkan estimasi *drop out* 20% maka besar subjek minimal sebesar 20 orang untuk setiap kelompok sehingga jumlah total subjek yang dibutuhkan adalah 40 orang. Penentuan subjek yang diberikan intervensi dan subjek yang masuk dalam kelompok kontrol menggunakan *random allocation* dengan cara *simple a computerized random number generate*. Pemilihan subjek diawali dengan skrining dan pengisian kuesioner yang diikuti oleh 280 pegawai (181 laki-laki dan 99 perempuan) Balaikota Kota Yogyakarta. Skrining yang dilakukan meliputi pengukuran tekanan darah, antropometri, dan wawancara skrining dengan menggunakan kuesioner. Jumlah total subjek yang bersedia mengikuti seluruh rangkaian penelitian ini sebanyak 35 orang.

Penyebaran kuesioner dilakukan secara *purposive* yaitu dilakukan pada calon subjek yang memenuhi kriteria inklusi yaitu orang dewasa terdiagnosis prehipertensi (tekanan darah sistolik 120-139 mmHg atau tekanan darah diastolik 80-89 mmHg), berstatus gizi normal (indeks massa tubuh 18,5-22,9 kg/m²) dan *overweight* (indeks massa tubuh 23-26,9 kg/m²), berusia 25-45 tahun, tidak mengkonsumsi suplemen vitamin, mineral atau produk minuman isotonic sekitar 3 hari sebelum penelitian. Subjek yang terpilih mengikuti penelitian dalam kondisi sehat berdasarkan hasil wawancara, serta bersedia mengisi *informed consent*. Kriteria eksklusi subjek adalah subjek rutin berolah raga atau aktivitas berat, merokok atau mengkonsumsi alkohol, dan menjalani terapi obat antihipertensi dan obat kortikosterid. Kriteria *dropout* subjek yaitu apabila subjek tidak mengkonsumsi minuman secang lebih dari 2 minggu serta subjek tidak

menyelesaikan salah satu prosedur penelitian (kebugaran jasmani dan test MDA) hingga akhir penelitian.

Pengumpulan dan pengukuran data

Pemberian minuman secang. Bahan intervensi yang diberikan kepada subjek terdiri dari satu kantong secang celup seberat 3,8 g/kantong celup yang diseduh dengan 200 ml air hangat bersuhu 76-90°C dan ditambah gula non-kalori diabetasol pada pagi hari pukul 05.00 – 08.00. Berat tersebut telah disesuaikan dengan dosis yang dikonversi berdasarkan hasil ekstraksi secang menggunakan pelarut air, yaitu 100 mg dari 135 g bubuk kering kayu secang dengan kandungan total phenol sebesar 321,3 µg (10). Secang celup diberikan kepada subjek sebanyak 7 kantong setiap seminggu sekali, minuman ini akan dibuat sendiri oleh subjek dan diminum satu kali sehari selama 4 minggu. Kepatuhan subjek mengonsumsi minuman secang diketahui dari hasil recall 24 jam setiap minggu. Produk secang celup yang diberikan telah sesuai standar simplisia dengan kadar abu 0,69% dan 0,57% (<2%); aktivitas antioksidan yang cukup tinggi yaitu 76,4172% dan 76,6439%; serta total phenol 4,96% per g (17).

Kadar malondialdehid (MDA) plasma. Pengambilan sampel darah subjek untuk pemeriksaan MDA plasma dilakukan dua kali yaitu sebelum dan setelah pelaksanaan intervensi, dalam kondisi subjek berpuasa selama 8 jam dan hanya boleh mengonsumsi air putih. Darah subjek diambil melalui vena cubiti sebanyak 2 ml oleh perawat yang teregistrasi. Sampel darah disimpan dalam *vacutainer* EDTA agar darah tidak membeku yang kemudian diberikan label sesuai kode subjek dan dimasukkan ke dalam *coolbox*. Sampel darah kemudian segera disentrifugasi di Laboratorium Biokimia, Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan UGM selama 10 menit. Dan didapatkan 1 ml plasma yang selanjutnya dilakukan pemeriksaan kadar MDA dengan metode *spektrofotometri*. Penilaian kadar MDA plasma diukur dengan menggunakan metode *spektrofotometri* oleh petugas laboratorium. Bahan pereaksi yang digunakan untuk analisis MDA adalah larutan *thiobarbituric acid* (TBA), larutan *sodium dedocyl sulfat*, asam asetat, N Butanol, *pyridine*, akuabides, dan standar MDA.

Kebugaran jasmani. Uji tingkat kebugaran jasmani subjek dilihat dengan menggunakan metode *Harvard Step Test* (HST) yang diobservasi oleh enumerator dan peneliti. Metode ini digunakan untuk mengetahui tingkat kebugaran dengan melihat daya tahan kardiorespirasi dengan parameter keseimbangan, kekuatan, kecepatan, dan lama dapat bertahan.

Status gizi. Pengukuran antropometri dilakukan pertama kali oleh subjek sebelum menjalani pengukuran tekanan darah. Hasil pengukuran antropometri berat badan (kg) dan tinggi badan (cm) menggunakan timbangan digital dan *microtoise* untuk menentukan status gizi berdasarkan indeks massa tubuh (IMT).

Tekanan darah. Pengukuran tekanan darah diukur menggunakan alat *sphygmomanometer* raksa pada sore hari antara pukul 14.30 – 17.00. Pengukuran dimulai setelah subjek beristirahat dan tidak mengonsumsi alkohol ataupun kafein minimal 30 menit sebelumnya. Pengukuran dilakukan 3 kali dengan selang waktu 5 menit (2 kali pengukuran pada kedua lengan dan 1 kali pada lengan yang memiliki tekanan darah tertinggi). Pengukuran tekanan darah oleh perawat yang teregistrasi dilakukan pada subjek dalam kondisi rileks, tidak bergerak, dan tidak berbicara. Pengukuran tekanan darah dan diagnosis prehipertensi dilakukan oleh dokter yang teregistrasi.

Tingkat stres. Data ini dikumpulkan menggunakan metode *Self Reporting Questionnaire* (SRQ) dengan kategori stres apabila skor jawaban subjek “ya” lebih dari 6 dari 20 pertanyaan.

Aktivitas fisik. Tingkat aktivitas fisik diketahui menggunakan kuesioner *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ). Nilai tinggi apabila subjek melakukan aktivitas fisik berat selama 3 hari dalam 1 minggu dan memiliki skor 1500 MET-menit/minggu atau apabila subjek melakukan kombinasi aktivitas fisik sedang dan berjalan selama 7 hari dalam 1 minggu dengan skor ≥ 3000 MET-menit/minggu.

Asupan antioksidan. Data asupan antioksidan subjek berasal dari makanan dan minuman lain termasuk frekuensi minum teh dan multivitamin yang dikonsumsi subjek. Selain itu, diperoleh juga data jumlah asupan konsumsi air minum subjek pada penelitian ini untuk melihat kecukupan cairan subjek. Data tersebut diperoleh

dengan menggunakan wawancara *food recall* 24 jam selama 3 hari sebelum dan 3 hari selama penelitian berlangsung yang terdiri dari 2 hari kerja dan 1 hari libur. Wawancara *food recall* 24 jam dan kuesioner dilakukan enumerator dan peneliti setelah subjek menjalani pemeriksaan darah dan pengukuran antropometri.

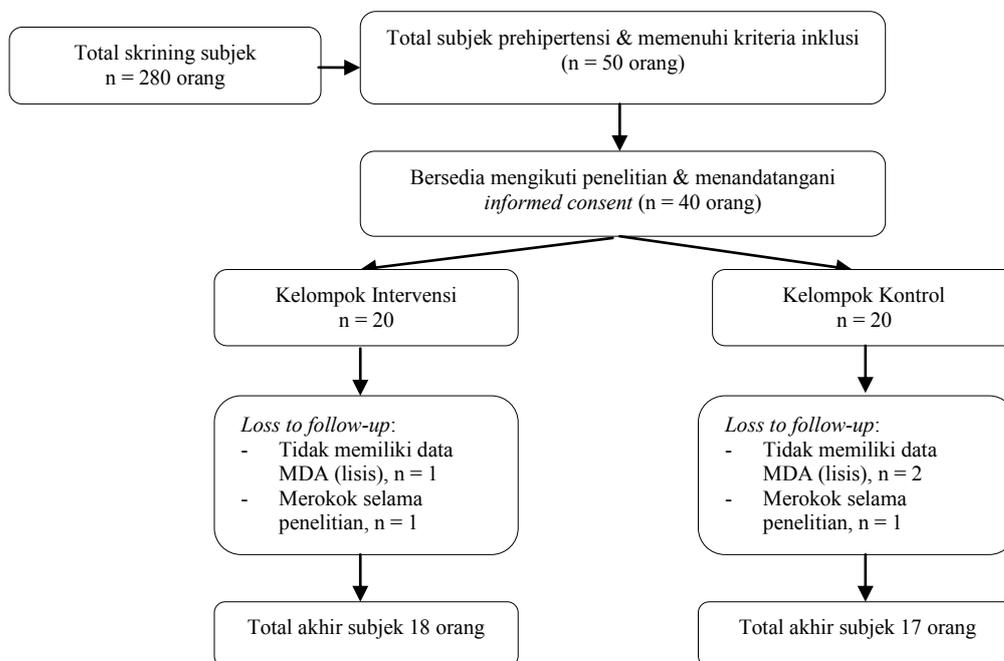
Analisis data

Analisis data menggunakan program statistik *stata* (*software Stata Intercooled* versi 11.0). Analisis bivariat dilakukan untuk menilai hubungan antara minuman secang dengan kadar MDA plasma dan kebugaran jasmani. Perubahan kadar MDA sebelum dan sesudah intervensi diuji menggunakan *Student's paired t-test* sedangkan tingkat kebugaran jasmani sebelum dan sesudah intervensi diuji dengan *Wilcoxon signed-rank test*. Perbandingan antar kelompok pada masing-masing variabel menggunakan analisis *independent t-test* untuk data dengan distribusi normal dan uji *Mann Whitney* pada data distribusi tidak normal. Uji regresi linier dan uji regresi logistik dilakukan untuk melihat pengaruh variabel luar yang dicurigai sebagai *counfounding* terhadap variabel tergantung. Hubungan antara variabel bebas atau

luar terhadap variabel tergantung dilihat menggunakan uji korelasi *Pearson* untuk data nominal berdistribusi normal dan uji korelasi *Spearman* untuk data berdistribusi tidak normal sedangkan untuk data kategorik menggunakan *t-test*.

HASIL

Berdasarkan hasil skrining yang dilakukan pada 280 orang pegawai, pegawai yang mengalami prehipertensi dan sesuai dengan kriteria penelitian sebanyak 50 orang (26 laki-laki dan 24 perempuan), tetapi jumlah subjek yang memenuhi semua kriteria inklusi penelitian dan bersedia menandatangani *informed consent* hanya 40 orang (23 laki-laki dan 17 perempuan). Selanjutnya, subjek dibagi menjadi 2 kelompok yaitu kelompok intervensi dan kelompok kontrol. Penentuan antara kelompok intervensi dan kelompok kontrol menggunakan *random allocation*. Kelompok kontrol merupakan kelompok yang tidak diberikan perlakuan (meminum secang celup), tetapi karakteristiknya menyerupai subjek yang berada di kelompok intervensi. Selama penelitian berlangsung terdapat beberapa subjek yang mengalami *drop out* yaitu 2 orang dari kelompok



Gambar 1. Alur keikutsertaan subjek penelitian

intervensi (1 orang tidak memiliki data MDA karena sampel darah mengalami lisis dan 1 orang selama penelitian merokok), dan 3 orang dari kelompok kontrol (2 orang tidak memiliki data MDA karena sampel darah mengalami lisis dan sampel darah tidak ada serta 1 orang selama penelitian merokok). Jumlah subjek yang bersedia mengikuti seluruh rangkaian penelitian ini sebanyak 35 orang (**Gambar 1**).

Sebagian besar subjek penelitian berstatus gizi *overweight* dengan nilai rerata IMT $23,52 \pm 2,24$ kg/m² dan memiliki aktivitas sedang (71,43%). Hasil analisis menunjukkan tidak ada perbedaan yang bermakna pada seluruh variabel pada kedua kelompok (**Tabel 1**).

Komposisi produk secang celup dalam penelitian ini dianalisis dengan menggunakan metode DPPH

yang menunjukkan dalam 1 gram produk secang celup mengandung 76,4172 dan 76,6439% aktivitas antioksidan; 0,69% dan 0,57% kadar abu; serta total phenol sebesar 4,96% dan 4,95% per gram. Kepatuhan subjek mengkonsumsi minuman secang celup yang diberikan dalam penelitian ini 99%. Rerata kadar MDA plasma sebelum dan sesudah intervensi pada kedua kelompok mengalami penurunan dari $4,56 \pm 2,77$ mmol/L menjadi $3,65 \pm 0,21$ mmol/L, tetapi penurunan pada kelompok kontrol lebih besar dibandingkan kelompok intervensi (**Tabel 2**).

Asupan antioksidan, tingkat stres, status gizi, aktivitas fisik, konsumsi suplemen (multivitamin), dan frekuensi konsumsi teh tidak menunjukkan hubungan yang bermakna dengan perubahan MDA pada semua subjek penelitian ($p > 0,05$). Namun, hasil analisis

Tabel 1. Karakteristik subjek penelitian

Variabel	n (%)		p (CI 95%)
	Intervensi (n=18)	Kontrol (n=17)	
Jenis kelamin			
Laki-laki	10 (55,56)	10 (55,82)	0,845 ^a
Perempuan	8 (44,44)	7 (41,18)	
Status gizi			
Normal	10 (55,56)	6 (35,29)	0,229 ^a
Overweight	8 (44,44)	11 (64,71)	
Riwayat penyakit keluarga			
Iya	11 (61,11)	11 (64,71)	0,826 ^a
Tidak	7 (38,89)	6 (35,29)	
Aktivitas fisik			
Tinggi	4 (22,22)	4 (23,53)	0,896 ^c
Sedang	13 (72,22)	12 (70,59)	
Rendah	1 (5,56)	1 (5,88)	
Tingkat stres (n,%)			
Stres	1 (5,56)	2 (11,76)	0,512 ^a
Tidak stres	17 (94,44)	15 (88,24)	
Konsumsi suplemen (multivitamin)			
Iya	2 (11,11)	4 (23,53)	0,402 ^d
Tidak	16 (88,89)	13 (76,47)	
Konsumsi air minum (ml/hari)			
Laki-laki	$1674,50 \pm 549,36$	$1652,16 \pm 637,63$	0,839 ^e
Perempuan	$1540,62 \pm 530,33$	$1462,38 \pm 713,68$	
Asupan antioksidan (rerata \pm SD)			
Vit A (mcg)	$905,52 \pm 747,93$	$701,21 \pm 455,89$	0,339 (-224,81 – 633,43) ^b
Vit C (mg)	$96,66 \pm 157,23$	$87,37 \pm 112,99$	0,843 (-85,36 – 103,95) ^b
Vit E (mg)	$0,007 \pm 0,030$	$0,114 \pm 0,388$	0,252 (-0,29 – 0,08) ^b
Asam folat (mcg)	$113,04 \pm 44,05$	$106,77 \pm 31,64$	0,633 (-20,24 – 32,79) ^b
Frekuensi minum teh (rerata \pm SD)	$2,61 \pm 1,71$	$2,29 \pm 1,64$	0,582 (-0,84 – 1,48) ^b

^a Nilai p hasil uji *Chi-Square*; ^b Nilai p hasil *T-test*; ^c Nilai p hasil uji Anova; ^d Nilai p hasil uji *Fisher's exact*

^e Nilai p hasil *independent t-test*

Tabel 2. Rerata kadar MDA menurut kelompok perlakuan sebelum dan sesudah intervensi

	Kelompok intervensi	Kelompok kontrol	p (CI 95%)*
Sebelum	4,28 ± 3,16 ^a	4,85 ± 2,35 ^b	0,552 (-2,49 – 1,35)
Sesudah	3,66 ± 1,21 ^a	3,65 ± 1,33 ^b	0,980 (-0,86 – 0,88)
Selisih	-0,62 ± 3,52	-1,20 ± 2,79	0,595 (-1,61 – 2,77)

* Nilai p hasil *independent t-test*; Data dalam rerata ± SD pada kedua kelompok

^a *Paired t-test* kelompok intervensi sebelum dan sesudah perlakuan p = 0,4608, CI 95% (-1,12 – 2,37)

^b *Paired t-test* kelompok kontrol sebelum dan sesudah perlakuan p = 0,0942, CI 95% (-0,23 – 2,64)

Tabel 3. Hubungan multivariat antara aktivitas fisik, status gizi, dan konsumsi suplemen (multivitamin) selama intervensi dengan perubahan MDA

	Perubahan MDA	Koefisien β (CI 95%)	SE	T	p	R-Squared
Model 1	Aktivitas fisik					0,1296
	Sedang	-1,33 (-5,46 – 2,78)	2,02	-0,66	0,51	
	Tinggi	-1,55 (-6,12 – 33,01)	2,23	-0,70	0,49	
	Status gizi	1,45 (-0,82 – 3,72)	1,11	-1,30	0,20	
	Konsumsi suplemen	-1,79 (-4,70 – 1,10)	1,42	-1,26	0,21	
	Konstanta	-0,12 (-4,60 – 4,36)	2,19	-0,05	0,95	
Model 2	Aktivitas fisik					0,0805
	Sedang	-2,12 (-6,09 – 1,86)	1,95	-1,09	0,28	
	Tinggi	-2,20 (-6,69 – 2,28)	2,20	-1,00	0,33	
	Konsumsi suplemen	-1,94 (-4,86 – 0,98)	1,43	-1,35	0,18	
	Konstanta	1,37 (-2,47 – 5,23)	1,89	0,73	0,47	
Model 3	Aktivitas fisik					0,0261
	Sedang	-1,78 (-5,77 – 2,21)	1,96	-0,91	0,37	
	Tinggi	-1,83 (-6,34 – 2,67)	2,21	-0,83	0,41	
	Konstanta	0,73 (-3,04 – 4,50)	1,85	0,40	0,69	

dari variabel aktivitas fisik, status gizi, dan konsumsi suplemen (multivitamin) terhadap perubahan MDA mempunyai nilai p lebih kecil daripada 0,25 sehingga memenuhi syarat untuk dilakukan uji multivariat. Hasil analisis uji regresi tetap menunjukkan aktivitas fisik, status gizi, dan konsumsi suplemen tidak berhubungan bermakna terhadap perubahan MDA. Namun demikian, dari keseluruhan model regresi terlihat bahwa variabel tersebut dapat mempengaruhi perubahan MDA sebesar 12,9% (**Tabel 3**).

Skor kebugaran jasmani sebelum dan sesudah intervensi pada kelompok intervensi terdapat perbedaan yang bermakna (p<0,05) sedangkan pada kelompok kontrol tidak ada perbedaan yang bermakna (p>0,05). Namun, perubahan yang terjadi pada kedua kelompok sebelum dan sesudah intervensi menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna (p<0,05) dan peningkatan skor pada kelompok intervensi lebih besar dibandingkan kelompok kontrol (8,00±8,84 vs 5,26±15,71) (**Tabel 4**).

Variabel luar yang dicurigai dapat mempengaruhi perubahan skor kebugaran jasmani secara statistik adalah jenis kelamin dan jumlah konsumsi air minum. Lebih dari setengah subjek penelitian mengalami peningkatan skor kebugaran jasmani dengan proporsi 57,7% laki-laki dan 42,3% perempuan, meskipun jumlah konsumsi air minum dalam penelitian ini tidak memiliki hubungan yang bermakna, tetapi hasil analisis variabel tersebut memiliki korelasi (r = 0 – 0,2). Hasil analisis yang diketahui dari variabel luar terhadap perubahan skor kebugaran jasmani, hanya variabel jenis kelamin yang menunjukkan hubungan bermakna (p=0,023). Selain itu, hasil analisis jumlah konsumsi air minum subjek terhadap perubahan skor kebugaran jasmani mempunyai nilai p<0,25 (p=0,111) sehingga memenuhi syarat untuk dilakukan uji multivariat. Hasil analisis uji regresi keseluruhan model dapat mempengaruhi perubahan skor kebugaran jasmani sebesar 15,34% (**Tabel 5**).

Tabel 4. Perubahan skor kebugaran jasmani menurut kelompok sebelum dan sesudah intervensi

	Kelompok intervensi ^a		Kelompok kontrol ^b		p ^c
	Laki-laki	Perempuan	Laki-laki	Perempuan	
Sebelum	35,54 ± 20,18	11,56 ± 4,94	29,20 ± 10,06	13,30 ± 7,12	0,0029
Sesudah	48,09 ± 21,86	13,87 ± 6,25	38,18 ± 23,62	13,26 ± 2,92	
Selisih	12,55 ± 9,38	2,31 ± 3,21	8,98 ± 19,21	-0,04 ± 7,00	

Data sebelum dan sesudah intervensi dalam rerata ± SD

^a Uji Wilcoxon antara sebelum dan sesudah intervensi pada kelompok intervensi p=0,0005

^b Uji Wilcoxon antara sebelum dan sesudah intervensi pada kelompok kontrol p=0,3812

^c Uji Wilcoxon sebelum dan sesudah intervensi antara kelompok intervensi dan kontrol

Tabel 5. Hubungan multivariat antara jenis kelamin dan konsumsi air minum dengan perubahan skor kebugaran jasmani selama intervensi

	Perubahan skor kebugaran	Koefisien β (CI 95%)	SE	t	p	R-Squared
Model 1	Jenis kelamin	-9,55 (17,72 – (-1,37))	4,01	-2,38	0,023	0,146
	Konstanta	20,31 (7,95 – 32,67)	6,07	3,34	0,002	
Model 2	Jenis kelamin	-8,84 (-17,57 – (-0,11))	4,28	-2,06	0,047	
	Konsumsi air minum	0,002 (-0,006 – 0,01)	0,004	0,52	0,607	0,1534
	Konstanta	15,57 (-6,83 – 37,99)	11,01	1,42	0,160	

BAHASAN

Sebagian besar subjek memiliki status gizi *overweight* (54,29%) meskipun nilai IMT pada kedua kelompok subjek (intervensi dan kontrol) relatif berstatus gizi normal (18,5-24,9 kg/m²). Seseorang dengan IMT yang tinggi (obesitas) cenderung memiliki kapasitas kardiorespirasi yang rendah atau tingkat kebugaran jasmani lebih rendah dibandingkan dengan individu berstatus gizi normal dan *overweight* (18). Pegawai perkantoran cenderung memiliki aktivitas fisik yang rendah, tetapi pada hasil penelitian ini ditemukan sebagian besar (71,43%) pegawai perkantoran di Balaikota Yogyakarta memiliki aktivitas fisik yang sedang (600-2.999 MET-menit/minggu). Presentase tersebut jauh lebih tinggi dari tingkat aktivitas fisik pegawai perkantoran di Sulawesi Selatan yang sebagian besar juga memiliki aktivitas fisik sedang 44% (19). Hal ini dapat disebabkan oleh jenis pekerjaan subjek yang lebih banyak di lapangan, memiliki mobilitas yang tinggi, dan sebagian besar subjek memiliki aktivitas sedang seperti aktivitas duduk sepanjang hari di kantor. Selain itu, tingkat pendidikan juga dapat mempengaruhi aktivitas fisik seseorang, semakin tinggi tingkat pendidikan seseorang maka semakin rendah tingkat aktivitas fisiknya (20). Sementara pekerjaan yang dilakukan oleh seseorang

setiap harinya dapat mempengaruhi gaya hidup dan aktivitas fisik. Semakin tinggi kesibukan seseorang terhadap pekerjaan, dapat menyebabkan seseorang tidak mempunyai waktu untuk berolah raga secara rutin dan teratur (21). Berbeda dengan hasil studi pada pegawai negeri sipil di Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur yang sebagian besar (80,5%) memiliki aktivitas fisik yang ringan (22). Seseorang dengan tingkat aktivitas fisik yang kurang atau rendah akan berisiko lebih tinggi untuk mengalami gangguan kesehatan seperti penyakit kardiovaskuler, kelebihan berat badan, hipertensi, dan diabetes mellitus. Salah satu faktor yang dapat meningkatkan risiko hipertensi dari orang prehipertensi adalah paparan radikal bebas dan aktivitas fisik yang kurang (9).

Penelitian ini menggunakan metode recall 3x24 jam untuk mengetahui asupan antioksidan, konsumsi air, dan frekuensi konsumsi teh. Metode ini dianggap valid karena dapat memberikan informasi mengenai makanan dan minuman yang dikonsumsi subjek selama 24 jam terakhir termasuk cara pemasakannya dan dapat menggambarkan pola makan secara kasar selama penelitian berlangsung (23). Hasil asupan vitamin A dan C pada seluruh subjek pada penelitian ini sudah memenuhi kecukupan ($\geq 600 \mu\text{g}$ vit A dan $\geq 90 \text{ mg}$ vit

C). Sebaliknya, asupan vitamin E dan asam folat seluruh subjek masih belum mencukupi ($< 15\text{mg}$ dan $< 400\text{mcg}$) (24). Dengan demikian, subjek membutuhkan tambahan suplementasi antioksidan untuk menghambat terjadinya radikal bebas yang dapat menurunkan risiko penyakit prehipertensi dan hipertensi.

Hasil analisis menunjukkan kadar abu produk secang celup pada penelitian ini sebesar 0,69% dan 0,57%. Kadar abu merupakan parameter yang dapat menunjukkan kandungan mineral (bahan anorganik) yang terdapat pada suatu produk atau bahan. Produk simplisia secang yang baik seharusnya memenuhi standar parameter seperti kadar abu maksimal 2%; kadar abu tidak larut asam maksimal 0,5%; kadar sari yang larut air minimal 2%; dan kadar sari yang larut dalam etanol minimal 1%. Hal ini menunjukkan bahwa parameter kadar abu produk secang celup pada penelitian ini sudah memenuhi standar mutu simplisia. Hasil analisis laboratorium produk simplisia secang celup yang telah siap, diperoleh bahwa setiap 1 gram simplisia secang celup memiliki aktivitas antioksidan sebesar 76,4172 dan 76,6439% yang artinya antioksidan pada secang dapat meredam radikal bebas sebesar 76,4172% dengan total phenol sebesar 4,95% (17). Studi sejenis di Bandung melaporkan bahwa uji fitokimia ekstrak kayu secang mengandung antioksidan *polyphenol* yang sangat tinggi serta kadar flavonoid dan kadar terpenoid yang sangat tinggi. Ekstrak kayu secang memiliki aktivitas antioksidan yang kuat jika mengandung lebih dari 70% aktivitas antioksidan (25).

Hasil studi ini menunjukkan perubahan kadar MDA sebelum dan setelah pemberian minuman secang celup yang tidak bermakna ($p > 0,05$) pada seluruh kelompok. Hasil ini serupa dengan penelitian di Aberdeen Scotland yang memberikan intervensi polifenol dalam bentuk jus cranberry 750 ml per hari dan dibandingkan dengan placebo, tidak menunjukkan peningkatan kapasitas antioksidan plasma baik di darah maupun sel, serta tidak terjadi penurunan MDA plasma antara kelompok perlakuan dan kontrol (26). Pada penelitian lain, pemberian jus jeruk 600 ml setiap hari selama 3 minggu juga tidak menunjukkan peningkatan kapasitas antioksidan dalam plasma dan tidak terdapat penurunan kadar MDA dalam plasma. Hal ini bisa

dijelaskan oleh sifat bioaksesibilitas *polyphenol* di dalam tubuh. Bioaksesibilitas adalah jumlah atau fraksi yang dilepaskan oleh kandungan makanan di saluran gastrointestinal yang tersedia untuk diabsorpsi. Proses yang terjadi dalam bioaksesibilitas termasuk transformasi makanan menjadi kimus ke dalam epitel usus, juga metabolisme presistemik yaitu fase intestinal dan fase hepatal (27,28).

Studi terkait *polyphenol* di Scotland yang menggunakan prosedur pencernaan *anthocyanin* (*polyphenol*) raspberry secara *in vitro* menyimpulkan adanya ketidakstabilan *anthocyanin* (*polyphenol*) di dalam saluran pencernaan. *Polyphenol* stabil pada kondisi asam seperti di dalam lambung yang ditunjukkan dengan hasil kadar *polyphenol* di dalam fase lambung dapat bertahan 94,8%. Namun, ketika *polyphenol* masuk ke dalam fase usus halus dengan kondisi basa, kadar *polyphenol* tersebut hanya terabsorpsi sebesar 10,3%. Penelitian lain juga menyebutkan pada buah delima dengan metode pencernaan secara *in vitro*, hanya 2-3% dari total phenol yang terabsorpsi, pola yang sama juga didapatkan pada sampel strawberry. Pada proses pencernaan setelah terabsorpsi, *polyphenol* akan melalui fase biotransformasi dengan fase I dan II menjadi bentuk sulfasi, glukoronidasi, dan metilasi sehingga struktur dari metabolit yang terbentuk dapat menjadi sangat berbeda dari senyawa awal. Oleh karena itu, metabolit yang dihasilkan kemungkinan dapat memberikan efek biologis atau bahkan tidak dapat memberikan efek biologis (29,30). Oleh karena itu, evaluasi bioavailabilitas *polyphenol* seharusnya tidak hanya senyawa aslinya, tetapi juga menyertakan analisis aktivitas dari senyawa metabolitnya.

Hasil uji regresi linier pada hubungan aktivitas fisik, status gizi, dan konsumsi suplemen terhadap perubahan MDA adalah kualitas hubungan keseluruhan model regresi tidak dapat mempengaruhi perubahan kadar MDA plasma, tetapi dengan penambahan status gizi pada keseluruhan model regresi dapat menaikkan pengaruh terhadap perubahan kadar MDA sebesar 12,9%. Uji regresi pada keseluruhan model juga dapat diketahui bahwa subjek yang mempunyai status gizi *overweight* dapat menaikkan kadar MDA plasma 1,45 kali lebih tinggi dibandingkan subjek berstatus gizi normal. Sejalan

dengan penelitian di Bogor bahwa kelompok subjek yang berstatus gizi *overweight* memiliki kadar MDA yang lebih tinggi dibandingkan subjek berstatus gizi normal (2,70 nmol/L vs 1,41 nmol/L) (31). Hasil studi meta-analisis menyebutkan bahwa faktor yang dapat meningkatkan *oxidative stress* pada *overweight* adalah hiperglikemi, peningkatan level lipid pada jaringan, pertahanan antioksidan yang tidak cukup, inflamasi kronis, infiltrasi, aktivasi leukosit yang berlebihan, produksi *reactive oxygen species* (ROS) pada *endothelial*, produksi *renin angiotensin* yang berlebih, dan *hyperleptinemia* (32).

Lebih lanjut, perubahan skor kebugaran jasmani yang terjadi pada kedua kelompok sebelum dan sesudah intervensi menunjukkan perbedaan yang bermakna ($p < 0,05$), dengan peningkatan skor pada kelompok intervensi yang lebih besar ($8,00 \pm 8,84$) dibandingkan kelompok kontrol ($5,26 \pm 15,71$). Studi sebelumnya dengan intervensi berupa minuman isotonik antosianin menunjukkan skor kebugaran lebih tinggi secara signifikan pada subjek non-perokok dibandingkan subjek perokok (14). Peningkatan kebugaran jasmani pada penelitian ini dapat diakibatkan oleh zat aktif yang terdapat pada secang yaitu senyawa brazilein. Senyawa brazilein termasuk dalam golongan *polyphenol* yang memiliki efek imunostimulan dengan cara menghambat aktivitas natrium, kalium, ATPase, aktivitas antikomplementer pada sistem imun, dan menetralkan radikal hidroksil. *Polyphenol* memiliki kemampuan untuk mengaktifasi SIRT1 atau PGC-1 α sehingga dapat meningkatkan biogenesis mitokondria yang berdampak pada peningkatan *physical endurance* (33).

Hasil korelasi antara jenis kelamin dengan perubahan skor kebugaran jasmani juga menunjukkan adanya hubungan yang bermakna ($p < 0,05$). Perubahan skor kebugaran jasmani pada subjek perempuan mengalami penurunan 9,55 kali lebih rendah dibandingkan subjek laki-laki dan total subjek yang mengalami peningkatan skor kebugaran jasmani sebesar 57,7% laki-laki dan 42,3% perempuan. Sistem kardiovaskular antara laki-laki dan perempuan sama, tetapi perempuan memiliki eritrosit dalam darah lebih rendah dibandingkan laki-laki sehingga kandungan zat besi pada perempuan lebih sedikit dan kemampuan untuk membawa oksigen ke

otot lebih rendah. Selain itu, kapasitas aerobik maksimal (VO_2 max) dalam latihan fisik, laki-laki memiliki performa 5% lebih tinggi dibandingkan perempuan, hal ini dipengaruhi oleh komposisi lemak tubuh yang lebih rendah dibandingkan perempuan (34,35). Lebih lanjut, hasil regresi menunjukkan keseluruhan model dapat mempengaruhi perubahan skor kebugaran jasmani sebesar 15,34%. Namun, penilaian jumlah konsumsi air minum hanya dapat digunakan untuk melihat kecukupan air minum sehari-hari, bukan untuk melihat status hidrasi. Status hidrasi merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kebugaran jasmani yang tidak diteliti dalam penelitian ini dan dapat dinilai dengan menggunakan osmolaritas urin, urin 24 jam, dan *urine specific gravity* (USG) (36).

Salah satu faktor yang tidak diteliti dalam penelitian ini yaitu faktor psikis (sikap dan motivasi) subjek. Pada penelitian ini, subjek diberikan tugas oleh peneliti untuk melakukan *Harvard Step Test* selama maksimal 5 menit. Pada saat *post-test Harvard Step Test*, sebagian besar subjek termotivasi untuk melakukan tes lebih lama dari waktu yang berhasil dicapai saat *pre-test*. Hasil meta-analisis menyebutkan adanya hubungan positif antara motivasi dengan aktivitas fisik dan kebugaran jasmani. Salah satu persoalan utama yang dapat mempengaruhi latihan fisik sub maksimal seperti *Harvard Step Test* adalah motivasi subjek saat melakukan tes (37,38).

SIMPULAN DAN SARAN

Pemberian secang celup dengan dosis 3,8 g yang diseduh dengan 200 ml air hangat selama 4 minggu setiap pagi tidak memberikan pengaruh terhadap perubahan kadar MDA plasma secara bermakna, meskipun terjadi penurunan pada kedua kelompok. Berbeda dengan hasil MDA plasma, pemberian minuman secang celup dapat meningkatkan kebugaran jasmani secara bermakna. Minuman secang dapat digunakan sebagai salah satu minuman alternatif untuk meningkatkan kebugaran jasmani. Perlu penelitian lebih lanjut mengenai secang dalam bentuk ekstrak sehingga manfaat secang dalam bioavailabilitas dan bioaksesibilitas di dalam tubuh lebih terlihat.

Pernyataan konflik kepentingan

Peneliti dengan ini menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam pelaksanaan penelitian ini. Peneliti bertanggung jawab terhadap isi dan penulisan artikel ini.

RUJUKAN

1. Balitbangkes. Riset kesehatan dasar (Riskesdas) tahun 2013. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia [series online] 2013 [cited 2016 Oktober 11]. Available from: URL: <https://www.depkes.go.id/resources/download/general/Hasil%20Riskesdas%202013.pdf>
2. Balitbangkes. Riset kesehatan dasar (Riskesdas) tahun 2018. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia [series online] 2018 [cited 2019 Januari 23]. Available from: URL: https://labmandat.litbang.depkes.go.id/images/download/laporan/RKD/2018/Laporan_Nasional_RKD2018_FINAL.pdf
3. Collier SR, Landram MJ. Treatment of prehypertension: lifestyle and/or medication. *Vasc Health Risk Manag.* 2012;8:613-9. doi: 10.2147/VHRM.S29138
4. Dinas Kesehatan Kota Yogyakarta. Inisiasi pos pembinaan terpadu. Yogyakarta: Balaikota Kota Yogyakarta; 2015.
5. Rodrigo R, Passalacqua W, Araya J, Orellana M, Rivera G. Implications of oxidative stress and homocysteine in the pathophysiology of essential hypertension. *J Cardiovasc Pharmacol.* 2003;42(4):453-61. doi: 10.1097/00005344-200310000-00001
6. Suhartono E, Fachir H, Setiawan B. Kapita selekta biokimia: stres oksidatif dasar & penyakit. Banjarmasin: Pustaka Buana; 2007.
7. Raymond JL, Sarah CC. Medical nutrition therapy for cardiovascular disease. In: Mahan L.K. Krause's Food and the Nutrition Care Process. 13rd ed. USA: Elsevier; 2012.
8. Diana D, Bastman B, Jull K. Low physical activity work-related and other risk factor increased the risk of poor physical fitness in cemen workers. *Med J Indones.* 2009;18:203-7. doi: 10.13181/mji.v18i3.362
9. Rodrigo R, Gonzales J, Valls N, Roberto B. Essential hypertension and oxidative stress: New insights. *World J Cardiol.* 2014;6(6):353-66. doi: 10.4330/wjc.v6.i6.353
10. Kumawat M, Sharma TK, Singh I, Kharb S. Oxidative stress in patients with hypertension. *Journal of Advance Researches in Biological Sciences* 2013;5(4):352-356.
11. Wichitsranoi J, Weerapreeyakul N, Boonsiri P, Settasatian C, Settasatian N, Komanasin N, et al. Antihypertensive and antioxidant effects of dietary black sesame meal in pre-hypertensive humans. *Nutr J.* 2011;10:82. doi: 10.1186/1475-2891-10-82
12. Makaryani I, Amalia L, Ramadhani NR, Pertiwi KI, Aprilia DD. Pengaruh pemberian pangan antioksidan terhadap kadar malondialdehid plasma mahasiswi penyuka gorengan. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia* 2014;10(4):169-79. doi: 10.22146/ijcn.18868
13. Badami S, Moorkoth S, Rai SR, Kannan E, Bhojraj S. Antioxidant activity of caesalpinia sappan heartwood. *Biol Pharm Bull* 2003;26(11):1534-7. doi: 10.1248/bpb.26.1534
14. Santosa AP. Konsumsi minuman isotonic antosianin kulit kedelai hitam (*Glycine max (L) Merrit*) dalam hubungannya dengan kebugaran dan aktivitas antioksidan pada orang yang diuji fisik dengan meode HST (Harvard Step Up Test): studi komparatif pada perokok dan non perokok [Thesis]. Yogyakarta: Pascasarjana Universitas Gadjah Mada; 2015.
15. Rosidi A. Pengaruh pemberian ekstrak temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb) terhadap stres oksidatif dan kesegaran jasmani atlet [Thesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor; 2014.
16. Nirmal NP, Rajput MS, Prasad RGSV, Ahmad M. Brazilin from *Caesalpinia sappan* hearthwood and its pharmacological activities: a review. *Asian Pac J Trop Med.* 2015;8(6):421-30. doi: 10.1016/j.apjtm.2015.05.014
17. Pusat studi pangan dan gizi (PSPG). Laporan hasil uji secang celup. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada; 2016.
18. Madhusudhan U. The relationship between waist to stature ratio & physical fitness index in adult males. *International Journal of Medical and Health Research.* 2016;2(7):38-40.
19. Nadimin. Pola makan, aktivitas fisik dan status gizi pegawai Dinas Kesehatan Sulawesi Selatan. *Media Gizi Pangan.* 2011;XI(1):1-6.
20. Balitbangkes. Riset kesehatan dasar (Riskesdas) tahun 2007. Jakarta: Kementrian Kesehatan Republik Indonesia [series online] 2007 [cited 2016 Oktober 11]. Available from: URL: <http://kesga.kemkes.go.id/images/pedoman/Riskesdas%202007%20Nasional.pdf>
21. Prasetyo Y, Widiyanto. Latihan tidak teratur dan kerusakan jaringan. *Medikora.* 2006;2(2):191-203.
22. Dewi ACN, Mahmudiono T. Hubungan pola makan, aktivitas fisik, sikap, dan pengetahuan tentang obesitas dengan status gizi pegawai negeri sipil di kantor Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. *Media Gizi Indonesia.* 2013;9(1):42-8.
23. Gibson RS. Validity in dietary assessment methods: Principles of nutritional assessment, second edition. England: Oxford University Press; 2005.
24. Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi. Angka kecukupan gizi (AKG) Indonesia tahun 2013. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia; 2013.

25. Widowati W. Uji fitokimia dan potensi antioksidan ekstrak etanol kayu secang (*Caesalpinia sappan* L.). JKM. 2011;11(1):23-31.
26. Duthie SJ, Alison McE J, Alan C, William M, Lynn P, Janet K, et al. The effects of cranberry juice consumption on antioxidant status and biomarkers relating to heart disease and cancer in health human volunteers. Eur J Nutr 2006;45(2):113-22. doi: 10.1007/s00394-005-0572-9
27. Riso P, Francesco V, Claudio G, Simona G, Antonella B, Fabio G, et al. Effects of blood orange juice intake on antioxidant bioavailability and on different markers related to oxidative stress. J Agric Food Chem. 2005;53(4):941-7. doi:10.1021/jf0485234
28. Heaney RP. Factors influencing the measurement of bioavailability, taking calcium as a model. J Nutr 2001;131(4):1344S-8S. doi: 10.1093/jn/131.4.1344S
29. McDougall G, Patricia D, Pauline S, Alison B, Derek S. Assessing potential bioavailability of raspberry anthocyanins using an in vitro digestion system. J Agric Food Chem. 2005;53(15):5896-904. doi: 10.1021/jf050131p
30. Denev PN, Kratchanov CG, Ciz M, Lojek A, Kratchanova MG. Bioavailability and antioxidant activity of black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) polyphenols: in vitro and in vivo evidences and possible mechanisms of action: a review. Compr Rev Food Sci Food Saf 2012;11(5):471-89. doi: 10.1111/j.1541-4337.2012.00198.x
31. Darawati M, Riyadi H, Damayanthi E, Kustiyah L. Effects of functional breakfast product on oxidative stress in overweight/obese students. International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR) 2015;24(7):278-88.
32. Vincent HK, Innes KE, Vincent KR. Oxidative stress and potential interventions to reduce oxidative stress in overweight and obesity. Diabetes Obes Metab. 2007;9(6):813-39. doi: 10.1111/j.1463-1326.2007.00692.x
33. Sandoval AC, Ferreira J, Speisky H. Polyphenols and mitochondria: an update on their increasingly emerging ROS-scavenging independent actions. Arch Biochem Biophys. 2014 Oct 1;559:75-90. doi: 10.1016/j.abb.2014.05.017
34. Huxley VH. Sex and cardiovascular system: the intriguing tale of how women and men regulate cardiovascular function differently. Adv Physiol Educ. 2007;31(1):17-22. doi: 10.1152/advan.00099.2006
35. Sandbakk O, Gertjan E, Stig L, Hans CH. Gender differences in the physiological responses and kinematic behavior of elite sprint cross-country skiers. Eur J App Physiol. 2012;112(3):1087-94. doi: 10.1007/s00421-011-2063-4
36. Armstrong LE. Assessing hydration status: the elusive gold standard. J Am Coll Nutr 2007;26(5 Suppl):575S-584S. doi: 10.1080/07315724.2007.10719661
37. Teixeira PJ, Eliana VC, David M, Marlene NS, Ricard MR. Exercise, physical activity, and self-determination theory: a systematic review. Int J Behav Nutr Phys Act. 2012;9:78. doi: 10.1186/1479-5868-9-78
38. Kline GM, Porcari JP, Hintermeister R, Freedson PS, Ward A, McCarron RF, et al. Estimation of VO₂max from a one-mile track walk, gender, age, and body weight. Med Sci Sports Exerc. 1987;19(3):253-9.