

EFEK PRODUK GALOHGOR TERHADAP AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN PENURUNAN STRES OKSIDATIF PADA PENDERITA DIABETES MELITUS TIPE 2

Effect Galohgor's Product on Antioxidant Activity and Decreased Oxidative Stress in Type 2 Diabetic Patients

Sulasyi Setyaningsih¹, Katrin Roosita², Evy Damayanthi²

¹Mahasiswa S2 Program Studi Ilmu Gizi, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor

²Departemen Gizi Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia, Institut Pertanian Bogor
(sulasyisetyaningsih@gmail.com)

ABSTRAK

Hiperglikemi kronis pada penderita diabetes melitus tipe 2 meningkatkan terbentuknya radikal bebas yang disebabkan peningkatan peroksidasi asam lemak, yang akan mengarah pada komplikasi yang bersifat kronis. Peningkatan terbentuknya radikal bebas yang tidak diimbangi dengan peningkatan asupan antioksidan akan menimbulkan stres oksidatif. Penelitian dilakukan untuk menganalisis efek pemberian produk galohgor berupa *cookies* dan minuman serbuk terhadap status antioksidan dan penurunan penanda stres oksidatif pada penderita DM tipe 2. Sebanyak 18 subjek penderita DM tipe 2 dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu kelompok intervensi (n=9) diberikan *cookies* dan minuman serbuk galohgor dan kelompok kontrol (n=9) diberi *cookies* dan minuman serbuk yang tidak mengandung galohgor selama 38 hari. Penelitian dilaksanakan di wilayah Lingkar kampus Institut Pertanian Bogor. Aktivitas antioksidan plasma dianalisis dengan metode 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), sedangkan stres oksidatif dinilai dengan mengukur kadar Malondialdehyde (MDA) plasma. Data dianalisis menggunakan *independent t test*, *paired t test* dan ANCOVA. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata selisih aktivitas antioksidan setelah dikoreksi pada kelompok intervensi dibandingkan dengan kelompok kontrol masing-masing adalah +4,07% dan +1,78% ($p > 0,05$), sedangkan selisih MDA plasma kelompok intervensi dibandingkan dengan kelompok kontrol sebagai berikut -0,56 nmol/ml dan +7,05 nmol/ml ($p < 0,05$). Produk galohgor berupa *cookies* dan minuman serbuk galohgor signifikan menurunkan stres oksidatif pada penderita DM tipe 2.

Kata kunci : Diabetes, DPPH, galohgor, MDA

ABSTRACT

Chronic hyperglycemia in type 2 diabetes mellitus leads the formation of free radicals due to increased lipid peroxidation in the body, which will be followed by chronic complication. The increasing of free radicals formation without compensation by antioxidant enhancement will produce oxidative stress. The aim of this study was to analyze the effect of feeding galohgor's product in the form of cookies and instan drinks to antioxidant activity and oxidative stress marker in plasma type 2 diabetes mellitus. Total 18 subjects were divided into 2 groups. All participants was given cookies and powdered drinks contained galohgor (for intervention group, n=9) and without galohgor (as control group, n=9). This study was conducted in Bogor District during 38 days of intervention periods. Plasma antioxidant activity was analyzed by 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) method, meanwhile oxidative stress level in the body was determined by plasma Malondialdehyde (MDA). Data were analyzed by independent t test, paired t test and analysis of covariance. The results showed that adjusted mean changes of antioxidant activity with DPPH method for intervention group compared with control group were +4,07% and +1,78% ($p > 0,05$), and MDA were -0,56 nmol/ml and +7,05 nmol/ml ($p < 0,05$). In conclusion, Galohgor products in the form of cookies and powdered drinks significantly decreased oxidative stress in type 2 diabetes mellitus.

Keywords : Diabetes, DPPH, galohgor, MDA

PENDAHULUAN

Diabetes melitus (DM) merupakan jenis penyakit metabolik dengan karakteristik kadar glukosa darah tinggi (hiperglikemia).¹ Penyakit DM dapat disebabkan defisiensi insulin, resistensi insulin, atau kedua-duanya. Prevalensi penderita DM di dunia mencapai 382 juta orang pada tahun 2013 dengan 90% merupakan penderita DM tipe 2.² Salah satu negara yang mempunyai jumlah penderita terbanyak adalah Indonesia, yaitu sebesar 7 juta orang.³ Data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) menunjukkan bahwa prevalensi DM di Indonesia meningkat dari 1,1% di tahun 2007 menjadi 2,1% di tahun 2013.⁴

DM tipe 2 umumnya disebabkan oleh kondisi resistensi insulin.^{5,6} Resistensi insulin merupakan penurunan respon terhadap insulin oleh jaringan sasaran target yang dapat menyebabkan hiperglikemi.⁷ Hiperglikemi kronis pada penderita DM tipe 2 akan meningkatkan terbentuknya radikal bebas melalui berbagai mekanisme: 1) jalur poliol; 2) pembentukan *Advanced Glycation End Products* (AGEs); 3) aktivasi protein kinase C (PKC), dan 4) peningkatan metabolisme jalur heksosamin. Hal ini dapat menyebabkan berbagai komplikasi makrovaskular dan mikrovaskular.⁸

Peningkatan terbentuknya radikal bebas yang tidak disertai dengan peningkatan antioksidan endogen dan eksogen yang ada akan menimbulkan stres oksidatif.⁹ Stres oksidatif pada penderita DM dapat diketahui melalui pengukuran penanda stres oksidatif seperti kadar *Malondialdehyde* (MDA) dalam plasma darah. MDA merupakan salah satu produk sekunder dari kerusakan lipid, khususnya pada golongan *Polyunsaturated Fatty Acid* (PUFA) di membran sel.¹⁰ Kondisi stres oksidatif akan menyebabkan kerusakan berbagai komponen sel tubuh seperti protein, lipid dan *Deoxyribonucleic Acid* (DNA).¹¹

Antioksidan endogen seperti *Superoxide Dismutase* (SOD), *Glutathione Peroxidase* (GPx), *Glutathione* (GSH), *Catalase* (CAT), merupakan pertahanan pertama dalam mengatasi dampak negatif dari radikal bebas.¹² Pada penderita DM dilaporkan mengalami penurunan aktivitas antioksidan endogen dalam tubuh, sehingga meningkatkan kondisi stres oksidatif.¹³ Peningkatan asupan antioksidan eksogen dari diet dapat meningkatkan status antioksidan dari

penderita DM. Antioksidan eksogen memiliki efek *scavenging*, yaitu menangkap radikal bebas dan dirubah menjadi bentuk lebih stabil.¹⁴

Galohgor merupakan ramuan tanaman tradisional yang dikenal oleh Suku Sunda khususnya di Desa Sukajadi, Kecamatan Tamansari, Kabupaten Bogor. Galohgor terdiri dari 56 jenis tanaman, diantaranya tumbuhan obat bagian daun, rempah-rempah, temu-temuan, dan biji-bijian.¹⁵ Galohgor telah diteliti memiliki manfaat bagi penderita DM tipe 2. Galohgor mampu menurunkan secara signifikan kadar glukosa darah tikus diabetes ($p < 0,05$), dan secara signifikan dapat meningkatkan antioksidan endogen SOD dan menurunkan kadar MDA plasma tikus.^{16,17} Galohgor mengandung mineral yang terdiri dari zat besi (Fe), seng (Zn), tembaga (Cu), mangan (Mn) dan senyawa aktif seperti alkaloid, triterpenoid, dan glikosida.¹⁵

Galohgor mengandung antioksidan alami antara lain vitamin C, karotenoid, vitamin E dan senyawa fenol.¹⁸ Galohgor juga memiliki kandungan β -karoten sebesar 21,37 mg/100 gram untuk bentuk ekstrak.¹⁹ Antioksidan yang terkandung dalam galohgor dapat digunakan untuk meningkatkan asupan antioksidan penderita DM, sehingga dapat memperbaiki kondisi stres oksidatif penderita DM. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan mengetahui efek intervensi produk galohgor berupa *cookies* minuman instan galohgor terhadap peningkatan aktivitas antioksidan dan penurunan stres oksidatif penderita DM tipe 2.

BAHAN DAN METODE

Desain penelitian ini menggunakan desain *Random Controlled Trial* (RCT) dengan rancangan pre-post. Lokasi penelitian adalah wilayah Kota Bogor dan Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Penelitian dilaksanakan di tiga Puskesmas, yaitu Puskesmas Sindangbarang, Kota Bogor Barat dan Puskesmas Cangkurawok, Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor. Pemilihan puskesmas dilakukan secara *purposive*. Puskesmas yang dipilih adalah puskesmas yang berada di wilayah lingkaran kampus IPB Dramaga, sehingga memudahkan akses dalam pelaksanaan penelitian.

Penelitian telah dilakukan selama tiga bulan, yaitu dimulai bulan April 2016 sampai Juni 2016. Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian

payung “Intervensi Nutrasetikal Galohgor untuk Penanggulangan Diabetes Melitus tipe 2” dan telah mendapatkan persetujuan etik dari Komite Etik Penelitian Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya No.422/III/LPPM-PM.10.05/05/2016.

Besar sampel minimal pada penelitian ini dihitung menggunakan rumus perkiraan besar sampel dua kelompok independen dengan menggunakan selisih rata-rata dan simpangan baku dari selisih rata-rata masing-masing sebesar; -2,02 nmol/ml dan 1,46 nmol/ml. Perhitungan sampel memperhitungkan antisipasi *drop out* 20%, sehingga didapatkan minimal sampel sebanyak 9 orang pada setiap kelompok.^{20,21} Teknik pengambilan sampel adalah *purposive sampling*. Kriteria inklusi untuk sampel yaitu penderita DM tipe 2 dengan diagnosa dokter, usia 40- 65 tahun, laki-laki atau perempuan yang sudah menopause, tidak menjalani terapi insulin dan bersedia berpartisipasi dalam penelitian ini dengan mengisi *informed consent*. Kriteria eksklusi adalah mengonsumsi obat DM lebih dari satu jenis obat DM, kadar GDP sebelum intervensi <126 mg/dl, mengalami obesitas *grade* II (IMT \geq 30 kg/m²), dan mengalami komplikasi kronis

Subjek akan mendapat 1 paket intervensi, yaitu untuk kelompok kontrol: *cookies* dan minuman instan tanpa galohgor dan untuk kelompok intervensi: *cookies* dan minuman instan galohgor. *Cookies* diberikan sebanyak 24 gram/hari, sedangkan minuman instan diberikan sebanyak 1 sachet/hari (8 gram). Dosis penggunaan galohgor dalam *cookies* dan minuman instan galohgor adalah dosis optimum ekstrak galohgor sebesar 0,037 g/kg BB. Jadi pada penelitian ini dengan perkiraan rata-rata usia subjek 60 tahun, maka subjek diberikan *cookies* dan minuman instan (per hari) yang mengandung ekstrak galohgor masing-masing 1 gram (total=2 gram/hari ekstrak galohgor).¹⁹

Intervensi pada subjek dilakukan selama 38 hari, yaitu berdasarkan kebiasaan konsumsi galohgor oleh Suku Sunda khususnya di Desa Sukajadi, Kecamatan Tamansari, Kabupaten Bogor. Kontrol tingkat kepatuhan (*compliance*) subjek dilakukan dengan cara pencatatan dan pengembalian kemasan atau sisa *cookies* dan minuman serbuk galohgor. Pencatatan data kepatuhan ini dilakukan bersamaan dengan distri-

busi *cookies* dan minuman serbuk galohgor setiap 2 hari/sekali.

Kontrol kualitas data dilakukan dengan pengumpulan, input dan pengolahan serta analisis data langsung oleh peneliti yang dibantu dengan asisten peneliti sarjana gizi yang sudah dilatih. Pengambilan darah dan preparasi awal untuk sampel darah dilakukan oleh tenaga analis kesehatan berpengalaman.

Analisis aktivitas antioksidan plasma subjek menggunakan metode DPPH.²² Penanda stres oksidatif yang digunakan pada penelitian ini adalah *malondialdehyde* (MDA) dilakukan oleh peneliti dibantu oleh laboran terlatih.^{23,24} Analisis MDA plasma menggunakan metode *Thiobarbituric Acid Reactive Substance* (TBARSC). Pengukuran TB menggunakan *microtoice* dan pengukuran berat badan menggunakan timbangan digital. Data konsumsi pangan sumber antioksidan (tahu dan tempe, sayuran, buah dan teh), dan asupan antioksidan (asupan betakaroten, vitamin C, vitamin E, seng, dan flavonoid) dikumpulkan melalui wawancara dengan *Food Frequency Questionnaire* (FFQ) semi kuantitatif dan kuesioner *recall* 24 jam.

Analisis data didahului dengan uji normalitas data, yaitu dengan *klomogorov smirnov*. Analisis untuk menunjukkan perbedaan variabel karakteristik subjek, status gizi, konsumsi pangan sumber antioksidan, asupan antioksidan, aktivitas antioksidan plasma, dan kadar MDA plasma antar kelompok menggunakan *independent t-test* (data berdistribusi normal) atau *mann whitney* (data tidak terdistribusi normal). Analisis perbedaan variabel sebelum dan setelah intervensi menggunakan uji *paired t-test* (data berdistribusi normal) atau *wilcoxon rank* (data tidak bedistribusi normal), Uji ANCOVA untuk menguji selisih perubahan aktivitas antioksidan subjek dan kadar MDA plasma subjek dengan menyertakan variabel-variabel yang menjadi kovariat.

HASIL

Subjek penelitian ini merupakan penderita diabetes melitus tipe 2 yang terdaftar sebagai pasien rawat jalan di Puskesmas Sindangbarang, Kota Bogor Barat dan Puskesmas Cangkurawok, Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor. Sebanyak 18 orang dipilih berdasarkan kriteria inklusi dan

Tabel 1. Rataan Asupan Antioksidan Subjek Berdasarkan Kelompok Perlakuan Sebelum dan Selama Intervensi

Antioksidan	Kelompok (Rataan + SD)		p
	Kontrol	Intervensi	
Sebelum intervensi			
Betakaroten (mg)	2.9+4.88 ^a	2.2+2.58 ^a	0.852
Vitamin C (mg)	54.1+31.24 ^a	60.4+50.97 ^a	0.755
Vitamin E (mg)	4.3+3.67 ^a	3.9+1.92 ^a	0.767
Seng (mg)	6.8+2.50 ^a	6.1+1.71 ^a	0.512
Flavonoid (mg)	24.23+32.81 ^a	13.5+15.81 ^a	0.566
Selama intervensi			
Betakaroten (µg)	2532.7+2229.56 ^a	3442.9+2023.8 ^a	0.233
Vitamin C (mg)	85.9+63.35 ^a	75.5+43.35 ^a	0.688
Vitamin E (mg)	3.6+2.06 ^a	3.7+1.49 ^a	0.691
Seng (mg)	5.4+1.56 ^a	8.3+2.05 ^{b*}	0.003
Flavonoid (mg)	12.0+14.91 ^a	25.5+22.07 ^b	0.019

Sumber: Data Primer, 2016

^aPada baris yang sama, angka dengan huruf sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang nyata antar kelompok ($p>0.05$)

*Pada kelompok yang sama menunjukkan ada perbedaan signifikan sebelum dan selama intervensi ($p<0.05$)

eksklusi. Subjek yang terpilih dikelompokkan menjadi kelompok intervensi dan kontrol, dengan masing-masing kelompok 9 orang.

Jenis kelamin, usia, jenis obat DM, riwayat DM keluarga, dan riwayat merokok subjek tidak berbeda nyata antara kelompok intervensi dan kelompok kontrol ($p>0,05$). Persentase terbesar subjek pada kedua kelompok adalah berjenis kelamin perempuan, dengan masing-masing persentase sebesar 77,8%. Rata-rata usia pada kelompok intervensi adalah 54,0±4,47 tahun dan pada kelompok kontrol 56,5±5,22 tahun.

Kelompok intervensi rata-rata telah menderita DM 5,4±3,21 tahun dan pada kelompok kontrol selama 5,3±3,16 tahun. Sebesar 66,7% subjek kelompok intervensi dan 77,8% kelompok kontrol mengkonsumsi obat DM *glibenclamide*. Subjek pada penelitian ini persentase terbesar tidak memiliki riwayat keluarga menderita DM (55,6% pada kelompok kontrol dan intervensi) dan tidak merokok (92,3% pada kelompok kontrol dan 90,0% pada kelompok intervensi).

Status gizi subjek dinilai dengan Indeks Massa Tubuh (IMT). Rata-rata IMT sebelum dan sesudah intervensi tidak berbeda nyata antara kelompok intervensi dengan kelompok kontrol ($p>0,05$). Setelah intervensi, IMT pada kedua kelompok penelitian tidak mengalami perubahan yang signifikan ($p>0,05$). Adapun status gizi subjek sebelum dan setelah intervensi menunjukkan

bahwa persentase terbesar pada kedua kelompok dalam kategori status gizi normal.

Rata-rata asupan antioksidan telah memperhitungkan asupan dari intervensi *cookies* dan minuman instan galohgor. Rata-rata asupan betakaroten, vitamin C, vitamin E, seng dan flavonoid pada kelompok kontrol dan intervensi tidak ada perbedaan signifikan ($p>0,05$). Selama intervensi, rata-rata asupan betakaroten, C, dan E pada kedua kelompok tidak berbeda nyata ($p>0,05$). Sementara itu, rata-rata asupan seng (Zn) yang mengalami peningkatan yang signifikan ($p<0,05$) hanya pada kelompok intervensi dan juga berbeda secara nyata antar 2 kelompok ($p<0,05$). Rata-rata asupan flavonoid tidak berbeda nyata antara sebelum dan selama intervensi pada kedua kelompok ($p>0,05$), tetapi terjadi perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok ($p<0,05$).

Konsumsi pangan sumber antioksidan subjek meliputi konsumsi tahu-tempe, sayuran, buah, dan teh. Konsumsi tahu-tempe, sayuran, buah, dan teh pada kelompok intervensi dan kontrol sebelum dan sesudah intervensi tidak ada perbedaan signifikan ($p>0,05$). Konsumsi tahu-tempe, sayuran, dan buah subjek sebelum dan selama intervensi sebagian besar dalam kategori kurang jika dibandingkan dengan anjuran diet DM untuk porsi pangan sehari.²⁵ Frekuensi konsumsi teh per minggu sebelum dan intervensi pada kedua kelompok termasuk tinggi, yaitu sebagian

Tabel 2. Pengaruh Intervensi Produk Galohgor terhadap Aktivitas Antioksidan Plasma

Aktivitas antioksidan (%) Sebelum intervensi	Kelompok (Rataan+SD)		p
	Kontrol	Intervensi	
Sebelum intervensi	52.59+8.119 ^a	51.55+8.501 ^a	0.7931
Setelah intervensi	54.89+7.129 ^a	55.10+54.894 ^a	0.9351
Nilai selisih <i>adjusted</i>	1.784 ^a	4.075 ^a	0.5732

Sumber: Data Primer, 2016

^aPada baris yang sama, angka dengan huruf sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang nyata antar kelompok ($p>0.05$).

¹Uji *Independent T Test*; ²Uji ANCOVA dengan kovariat: aktivitas antioksidan sebelum intervensi, usia subjek, kadar MDA sebelum intervensi, konsumsi pangan sumber antioksidan (tahu dan tempe, sayuran, buah, teh) selama intervensi

Tabel 3. Pengaruh Intervensi Produk Nutrasetikal Galohgor terhadap Rataan Kadar MDA pada Kelompok Kontrol dan Intervensi

Kadar MDA plasma (nmol/ml)	Kelompok (Rataan+SD)		p
	Kontrol	Intervensi	
Sebelum intervensi ¹	52.59+8.119 ^a	51.55+8.501 ^a	0.7931
Setelah intervensi ¹	54.89+7.129 ^a	55.10+54.894 ^a	0.9351
Selisih <i>adjusted</i> ²	1.784 ^a	4.075 ^a	0.5732

Sumber: Data Primer, 2016

^aPada baris yang sama, angka dengan huruf sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan rata-rata yang nyata antar kelompok ($p>0.05$).

*Nilai $p<0.05$ menunjukkan ada perbedaan yang nyata antara 2 kelompok.

¹Uji *Independent T Test*; ²Uji ANCOVA dengan kovariat: kadar MDA sebelum intervensi, selisih aktivitas antioksidan, lama menderita DM, IMT sesudah intervensi, dan konsumsi pangan sumber antioksidan (tahu dan tempe, sayuran, buah)

besar mengkonsumsi teh setiap hari. Teh yang dikonsumsi subjek adalah jenis teh hitam (*black tea*) yang sebagian besar tidak dicampur dengan gula pasir (teh tawar).

Rata-rata aktivitas antioksidan sebelum dan setelah intervensi antara kelompok kontrol dan intervensi tidak berbeda nyata ($p>0,05$). Setelah intervensi, rata-rata selisih perubahan aktivitas antioksidan setelah dikontrol variabel kovariat pada kelompok intervensi meningkat sebesar +4,07 %, sedangkan pada kelompok kontrol meningkat sebesar 1,78 %. Tidak terdapat perbedaan yang nyata antara kelompok intervensi dengan kelompok kontrol ($p>0,05$) (Tabel 2).

Rata-rata kadar MDA plasma antara kelompok kontrol (3,90±0,84 nmol/ml) dengan kelompok intervensi (4,10±0,58 nmol/ml) tidak berbeda nyata pada sebelum intervensi ($p>0,05$). Intervensi produk galohgor berpengaruh signifikan terhadap penurunan stres oksidatif ditandai dengan rata-rata selisih kadar MDA setelah dikoreksi dengan variabel kovariat adalah pada kelompok kontrol meningkat +7,05 nmol/ml, sedangkan pada kelompok intervensi turun -0,59 nmol/ml (Tabel 3).

PEMBAHASAN

Karakteristik subjek pada penelitian ini dalam kondisi homogen. Hal ini dapat mengurangi bias pada hasil penelitian yang disebabkan karena keberagaman kondisi subjek. Adapun status gizi subjek yang dinilai dengan IMT menunjukkan bahwa rata-rata IMT kedua kelompok pada sebelum dan sesudah intervensi termasuk dalam kategori pengendalian DM yang baik ($<23-25$ kg/m²). Penderita DM yang memiliki IMT >25 kg/m² akan lebih berisiko terhadap berbagai komplikasi DM.²⁶ Hasil penelitian menunjukkan bahwa wanita dengan DM akan berisiko pada komplikasi jika nilai IMT >25 kg/m², sedangkan pada laki-laki DM risiko pada komplikasi akan meningkat jika nilai IMT $>27,5$ kg/m².²⁷

Antioksidan yang diperoleh dari luar tubuh seperti dari konsumsi pangan merupakan jenis antioksidan eksogen. Antioksidan eksogen dibutuhkan bagi penderita DM untuk pertahanan terhadap stres oksidatif dan pencegahan pada komplikasi.¹⁴ Antioksidan yang terkandung dalam galohgor dapat digunakan untuk meningkatkan asupan antioksidan penderita DM. Hasil penelitian menun-

jukkan produk galohgor signifikan meningkatkan rata-rata asupan Zn dan flavonoid kelompok intervensi. *Cookies* dan minuman instan galohgor dengan kandungan total 2 gram galohgor menyumbang asupan Zn sebesar 2,04 mg dan flavonoid sebesar 5,52 mg. Selain itu, produk galohgor yang diberikan juga menyumbang asupan betakaroten sebesar 1104 µg, vitamin C sebesar 2,603 mg, dan vitamin E sebesar 0,058 mg.

Konsumsi sumber pangan antioksidan berupa tahu-tempe, sayuran dan buah pada kedua kelompok termasuk kategori kurang dibandingkan dengan standar porsi penderita DM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa isoflavon pada kacang kedelai dan olahannya akan meningkatkan aktivitas antioksidan endogen SOD penderita DM.²⁸ Peningkatan konsumsi sayuran pada penderita DM juga dapat menurunkan tingkat stres oksidatif dan inflamasi.²⁹ Hasil yang sama ditunjukkan pada intervensi buah selama tiga bulan yang juga dapat menurunkan kadar MDA dan meningkatkan aktivitas antioksidan endogen *glutathion* (GSH) penderita DM.³⁰ Selain itu, buah dan sayuran juga berhubungan erat dengan kadar glukosa darah penderita DM tipe 2.³¹

Aktivitas antioksidan plasma subjek pada penelitian ini tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok. Hasil penelitian lain menunjukkan hasil yang sama dengan penelitian ini, yaitu intervensi buah strawberry sebanyak 500 gram/hari selama 9 hari juga tidak signifikan meningkatkan aktivitas antioksidan plasma subjek.³² Sementara itu, intervensi jus tomat dan minuman bekatul selama 4 minggu juga tidak signifikan meningkatkan aktivitas antioksidan plasma subjek.³³ Hasil berbeda ditunjukkan pada intervensi tahu kedelai hitam kaya serat selama 4 minggu mampu meningkatkan aktivitas antioksidan secara signifikan sebesar 4,77±9,49% pada penderita DM tipe 2.²³

Adapun prinsip dari pengujian aktivitas antioksidan plasma dengan metode DPPH adalah antioksidan yang terdapat dalam plasma akan mendonorkan atom hidrogennya ke DPPH yang bersifat radikal dan akan berpasangan dengan atom pada senyawa DPPH yang memiliki elektron tidak berpasangan (*unpaired electron*).³⁴ Antioksidan ini berperan sebagai *scavenger*, yaitu menangkap radikal bebas dan merubahnya dalam bentuk yang

lebih stabil.¹⁴

Keseimbangan antara radikal bebas dan antioksidan diperlukan untuk menjalankan fungsi fisiologis tubuh yang tepat. Jika jumlah radikal bebas melebihi kemampuan tubuh akan menyebabkan stres oksidatif.⁹ Radikal bebas dapat berinteraksi dengan lipid yang merupakan komponen utama dari sel tubuh. Interaksi radikal bebas dengan lipid menyebabkan terjadinya peroksidasi lipid dan salah satu produk sekundernya adalah MDA.³⁵ Semakin tinggi nilai MDA seseorang, berarti semakin tinggi kerusakan lipid yang terjadi akibat stres oksidatif.³⁶

Kadar MDA plasma subjek pada penelitian ini menunjukkan bahwa pada kelompok intervensi mengalami penurunan sedangkan pada kelompok kontrol mengalami peningkatan. Selisih kadar MDA plasma subjek antara sebelum dan sesudah intervensi terdapat perbedaan yang signifikan antar kedua kelompok. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian lain yang memberikan intervensi pangan antioksidan berupa teh *chamomile*. Intervensi teh *chamomile* selama 8 minggu secara signifikan menurunkan kadar MDA sebesar -2,02 nmol/ml pada penderita DM tipe 2.²²

Galohgor yang kaya kandungan antioksidan dan secara signifikan meningkatkan rata-rata asupan Zn dan flavonoid, sehingga mampu menurunkan dan mencegah peningkatan kadar MDA pada penderita DM tipe 2. Zn merupakan golongan mineral yang berfungsi sebagai kofaktor penting dari antioksidan endogen *superoksid dismutase* (SOD). Sementara itu, peran flavonoid sebagai antioksidan adalah 1) meningkatkan aktivitas antioksidan plasma, 2) menghemat kerja dari α -tokoferol dan β -karoten yang merupakan antioksidan untuk pencegahan peroksidasi lipid pada membran eritrosit dan *low density lipoproteins* (LDL), dan 3) melindungi PUFA yang merupakan golongan lipid yang mudah mengalami kerusakan akibat radikal bebas pada membran eritrosit.^{37,38}

KESIMPULAN DAN SARAN

Konsumsi produk galohgor berupa *cookies* dan minuman serbuk selama 38 hari mampu memperbaiki kondisi stres oksidatif pada penderita DM tipe 2, yang ditunjukkan dengan penurunan signifikan ($p < 0,05$) kadar MDA plasma. Namun, produk galohgor tidak signifikan meningkatkan

aktivitas antioksidan plasma subjek. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan bahwa penilaian penanda stres oksidatif lain pada penderita DM seperti aktivitas antioksidan endogen dan penilaian aktivitas inflamasi diperlukan untuk memberikan gambaran yang lengkap mengenai mekanisme galohgor sebagai nutrasetikal antidiabet.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dr. Rimbawan, Dr. Ir. Sri Anna Marliyati, M.Si dan Dr. Katrin Roosita, SP MSi. (Departemen Gizi Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia) dan pihak institusi IPB yang telah mengizinkan penulis bergabung dan menggunakan beberapa data dalam penelitian besar yang berjudul "Intervensi Nutrasetikal Galohgor untuk Penanggulangan Diabetes Melitus".

DAFTAR PUSTAKA

1. American Diabetes Association. 2015. Standards Medical Care in Diabetes 2015. *Diabetes Care*. 2015; Vol. 38, Suppl 1
2. Guariguata, L., Whiting, D. R., Hambleton, I., Beagley, J., Linnenkamp, U., & Shaw, J. E. Global Estimates of Diabetes Prevalence for 2013 and Projections for 2035. *Diabetes research and clinical practice*, 2014; 103(2):137-149.
3. Shaw, J. E., Sicree, R. A., & Zimmet, P. Z. Global Estimates of the Prevalence of Diabetes for 2010 and 2030. *Diabetes research and clinical practice*, 2010; 87(1):4-14.
4. Kemkes RI. Riset Kesehatan Dasar 2013. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia; 2013
5. Kahn, SE. The Relative Contributions of Insulin Resistance and Beta-Cell Dysfunction to the Pathophysiology of Type 2 Diabetes. *Diabetologia*, 2003;46(1): 3-19.
6. Mozimoto, A., Tatsumi, Y., Deura, K., Mizuno, S., Ohno, Y., Miyamatsu, N., & Watanabe, S. Impact of Impaired Insulin Secretion and Insulin Resistance on the Incidence of Type 2 diabetes mellitus in a Japanese population: the Saku study. *Diabetologia*. 2013;56(8):1671-1679.
7. Stephen, J., Mc Phee, Willian, F.G. Patofisiologi Penyakit: Pengantar Menuju Kedokteran Klinis. Jakarta: EGC; 2011
8. Osawa, T., & Kato, Y. Protective Role of Antioxidative Food Factors in Oxidative Stress Caused by Hyperglycemia. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 2005;1043(1):440-451.
9. Maritim, A., Dene, B. A., Sanders, R. A., & Watkins, J. B. Effects of β -carotene on Oxidative Stress in Normal and Diabetic Rats. *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology*. 2002;16(4):203-208.
10. Del Rio, D., Stewart, A. J., & Pellegrini, N. A Review of Recent Studies on Malondialdehyde as Toxic Molecule and Biological Marker of Oxidative Stress. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 2005;15(4):316-328.
11. Johansen, J. S., Harris, A. K., Rychly, D. J., & Ergul, A. Oxidative Stress and the Use of Antioxidants in Diabetes: Linking Basic Science to Clinical Practice. *Cardiovascular diabetology*. 2005;4(1):5.
12. Lobo, V., Patil, A., Phatak, A., & Chandra, N. Free Radicals, Antioxidants and Functional Foods: Impact on Human Health. *Pharmacognosy reviews*. 2010;4(8):118.
13. Kumawat, M., Sharma, T. K., Singh, I., Singh, N., Ghalaut, V. S., Vardey, S. K., & Shankar, V. Antioxidant Enzymes and Lipid Peroxidation in Type 2 Diabetes Mellitus Patients With and Without Nephropathy. *North American journal of medical sciences*. 2013;5(3):213.
14. Dal, S., & Sigrist, S. The Protective Effect of Antioxidants Consumption on Diabetes and Vascular Complications. *Diseases*. 2016;4(3):24.
15. Roosita, K. Efek Jamu Pospartum pada Involusi Uterus dan Produksi Susu Tikus (*Rattus sp.*) (Produk Jamu Tradisional Desa Sukajadi, Kecamatan Tamansari, Kabupaten Bogor) [Tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor; 2003.
16. Firdaus. Peran Ekstrak Nutrasetikal Galohgor untuk Mengatasi Resistensi Insulin pada Tikus Diabetes yang Diinduksi Streptozotolin (STZ) [Tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor; 2016
17. Leatemia, R.R. Aktivitas Antioksidan Jamu Galohgor pada Tikus Putih (*Rattus sp.*) [Tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor; 2010

18. Masruroh, S. Analisis Kandungan Antioksidan Alami Jamu Galohgor [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor; 2004
19. Roosita, K. Peranan Betetakaroten dan Nutrasetikal Galohgor dalam Proliferasi, Diferensiasi, dan Ekspresi Gen Sel Epitel Usus (CMT-93) dan Sel Kelenjar Mammae (HC11) [Disertasi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor; 2014
20. Lameshow S, Hosmer DW, Klar J, Lwanga SK. Besar Sampel dalam Penelitian Kesehatan. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press; 1997
21. Zemestani, M., Rafraf, M., & Asghari-Jafarabadi, M. Chamomile Tea Improves Glycemic Indices and Antioxidants Status in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus. *Nutrition*. 2016;32(1):66-72.
22. Janaszewska, A., & Bartosz, G. Assay of Total Antioxidant Capacity: Comparison of Four Methods as Applied to Human Blood Plasma. *Scandinavian journal of Clinical and Laboratory Investigation*. 2002;62(3):231-236.
23. Triandita, N. Perbaikan Status Antioksidan dan Marker Hati (AST/ALT) Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 Melalui Intervensi Tahu Kedelai Hitam Kaya Serat [Tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor; 2017.
24. Singh, R. P., Chidambara Murthy, K. N., & Jayaprakasha, G. K. Studies on the Antioxidant Activity of Pomegranate (*Punica granatum*) Peel and Seed Extracts Using in Vitro Models. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2002;50(1):81-86.
25. Almatier, S. Penuntun Diet. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama; 2010
26. Perkeni. Konsensus Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 di Indonesia. Jakarta: Perkumpulan Endokrinologi Indonesia; 2006.
27. Gray, N., Picone, G., Sloan, F., & Yashkin, A. The Relationship between BMI and Onset of Diabetes Mellitus and its Complications. *Southern medical journal*. 2015;108(1):29.
28. Damayanthi, E., Kustiyah, L., Kardinah, Roosita, K. Efektivitas Jus Tomat dan Minuman Bekatul terhadap Pengecilan Ukuran Lesi Kista Payudara. *Indonesian Journal of Cancer*, 2011;5(1):25-30.
29. Chang, J.H., Kim, M.S., Kim, T.W., Lee, S.S. Effects of soybean supplementation on blood glucose, plasma lipid levels, and erythrocyte antioxidant enzyme activity in type 2 diabetes mellitus patients. *Nutr Res Pract*. 2008; 2(3): 152–157.
30. Åsgård, R., Rytter, E., Basu, S., Abramsson-Zetterberg, L., Möller, L., Vessby, B. High Intake of Fruit and Vegetables is Related to Low Oxidative Stress and Inflammation in a Group of Patients with Type 2 Diabetes. *Scand J Food Nutr*. 2007;51(4): 149–158.
31. Hegde, S.V., Adhikari, P., Nandini, M., D'Souza, V. Effect of Daily Supplementation of Fruits on Oxidative Stress Indices and Glycaemic Status in Type 2 Diabetes Mellitus. *Complement Ther Clin Pract*, 2013;19(2):97-100.
32. Idris, M.A., Jafar, N., Indriasari, R. (Abstrak) Pola Makan dengan Kadar Gula Darah Pasien DM Tipe 2. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*. 2015; 10(4):211-218.
33. Prymont-Przyminska, A., Zwolinska, A., Sarniak, A., Wlodarczyk, A., Krol, M., Nowak, M., & Rutkowski, K. P. Consumption of Strawberries on a Daily Basis Increases the Non-Urate 2, 2-Diphenyl-1-Picryl-Hydrazyl (DPPH) Radical Scavenging Activity of Fasting Plasma in Healthy Subjects. *Journal of clinical biochemistry and nutrition*. 2014: 55(1); 48-55.
34. Prymont-Przyminska, A., Bialasiewicz, P., Zwolinska, A., Sarniak, A., Wlodarczyk, A., Markowski, J., & Nowak, D. Addition of Strawberries to the Usual Diet Increases Postprandial but not fasting non-Urate Plasma Antioxidant Activity in Healthy Subjects. *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition*, 2016: 59(3); 191-198.
35. Martinez, S., Valek, L., Rešetić, J., & Ružić, D. F. Cyclic Voltammetry Study of Plasma Antioxidant Capacity—Comparison with the DPPH and TAS Spectrophotometric Methods. *Journal of Electroanalytical Chemistry*. 2006: 588(1); 68-73.
36. Evans, J. L., Goldfine, I. D., Maddux, B. A., & Grodsky, G. M. Oxidative Stress and Stress-Activated Signaling Pathways: a Unifying

- Hypothesis of Type 2 Diabetes. *Endocrine Reviews*, 2002; 23(5): 599-622.
37. Rani, A. J., & Mythili, S. V. Study on Total Antioxidant Status in Relation to Oxidative Stress in Type 2 Diabetes Mellitus. *J Clin Diagn Res*. 2012; 8(3): 108-10.
38. Cruz, K. J. C., de Oliveira, A. R. S., & do Nascimento Marreiro, D. Antioxidant Role of Zinc in Diabetes Mellitus. *World Journal of diabetes*. 2015; 6(2); 333.
39. Pietta, P. G. Flavonoids as Antioxidants. *Journal of natural products*. 2000;63(7); 1035-1042.