

PENGARUH PEMBERIAN MINUMAN TEH KOMBUCHA TERHADAP KADAR GLUKOSA DARAH PUASA PADA WANITA USIA 40 – 55 TAHUN

Wieda Devita Putri, Deny Yudi Fitranti^{*)}

Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro
Jln. Prof. H. Soedarto, SH., Semarang, Telp (024) 8453708, Email : gizifk@undip.ac.id

ABSTRACT

Background: Prediabetic patients have 2 to 10 fold risk to change into type 2 diabetes mellitus in 10 years period of time. Type 2 diabetes mellitus can be prevented by increasing the intake of food or beverage which contains high antioxidant like kombucha tea. The purpose of this study is to determine the effect of kombucha tea beverage to fasting blood glucose (FBG) level in prediabetic women aged 40 – 50 years old.

Method: Subjects were 22 prediabetic women divided into 2 groups as treatment group (n=11) and control group (n=11). Treatment group were given 75.25 ml kombucha tea, control group were given placebo with the same dosage for 14 days. Examination of fasting blood glucose were conducted before and after treatment in both groups. Data of this study were analyzed using Saphiro-Wilk test, dependent t-test, independent t-test, Mann-Whitney, and paired t-test.

Result: There were no energy, carbohydrate, protein, fat, fiber intake and physical activity difference among subjects in both groups ($p > 0.05$). There were no FBG mean difference before and after treatment in both groups ($p < 0.05$). There were statistically difference of FBG before and after treatment in treatment group ($p < 0.05$) with average decrease 5.36 ± 6.23 mg/dl and increase of FBG for about 1.09 ± 3.70 mg/dl in control group, but it is considered to be less significant ($p > 0.05$).

Conclusion: Kombucha tea beverage which is given in a certain dosage (75.25 ml) in 14 days affects fasting blood glucose level in prediabetic women. The decrease of FBG is 5.36 mg/dl.

Keywords : kombucha tea, fasting blood glucose, FBG, prediabetic women

ABSTRAK

Latar Belakang : Penderita prediabetes berisiko 2 sampai 10 kali berkembang menjadi diabetes mellitus tipe 2. Terjadinya diabetes mellitus tipe 2 dapat dicegah salah satunya dengan meningkatkan asupan tinggi antioksidan, salah satunya yaitu teh kombucha. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh pemberian minuman teh kombucha terhadap kadar glukosa darah puasa (GDP) pada wanita prediabetes usia 40 – 55 tahun.

Metode : Sebanyak 22 subjek wanita prediabetes dibagi ke dalam 2 kelompok yaitu kelompok perlakuan (n=11) dan kelompok kontrol (n=11). Kelompok perlakuan diberikan teh kombucha dan kelompok kontrol diberikan plasebo dengan dosis 75,25 ml selama 14 hari. Pemeriksaan kadar GDP dilakukan sebelum dan sesudah perlakuan. Data diuji menggunakan uji Saphiro-Wilk, dependent t-test, independent t-test, Mann-Whitney dan paired t-test.

Hasil : Tidak terdapat perbedaan rerata asupan energi, karbohidrat, protein, lemak, serat dan aktivitas fisik subjek pada kedua kelompok ($p > 0.05$). Tidak terdapat perbedaan GDP pada kelompok perlakuan sebelum dan sesudah intervensi pada kedua kelompok ($p > 0.05$). Terdapat perbedaan GDP sebelum dan sesudah intervensi pada kelompok perlakuan dengan penurunan sebesar 5.36 ± 6.23 mg/dl ($p < 0.05$). Pada kelompok kontrol terdapat perbedaan kadar GDP sebelum dan sesudah intervensi dengan peningkatan GDP sebesar 1.09 ± 3.70 mg/dl, namun tidak signifikan ($p > 0.05$). Terdapat perbedaan pada perubahan kadar GDP kelompok kontrol dan perlakuan setelah diberikan intervensi ($p < 0.05$).

Kesimpulan : Pemberian minuman teh kombucha dengan dosis 75.25 ml selama 14 hari berpengaruh terhadap kadar glukosa darah puasa wanita prediabetes dengan penurunan sebesar 5.36 mg/dl.

Kata Kunci : teh kombucha, glukosa darah puasa, GDP, prediabetes

PENDAHULUAN

Prediabetes merupakan kondisi dimana kadar glukosa darah lebih dari normal, namun belum cukup tinggi untuk dapat dikatakan sebagai diabetes. Parameter yang menunjukkan seseorang mengalami prediabetes adalah dengan mengetahui kadar glukosa darah puasa yang berada pada rentang 100 – 126 mg/dl dan kadar glukosa darah 2 jam PP pada rentang 140 – 199 mg/dl.¹ Kadar glukosa darah puasa direkomendasikan sebagai

pemeriksaan diabetes pada populasi dengan faktor risiko tinggi.² Jumlah penderita prediabetes di Indonesia 2 kali lebih tinggi dari diabetes. Prevalensi prediabetes di Indonesia ditemukan lebih tinggi pada wanita yaitu sebesar 61,1% dibandingkan pada pria yaitu sebesar 38,4% dan pada rentang usia 38 – 47 tahun (25,3%). Hal ini disebabkan oleh terjadinya penurunan efek protektif dari hormon estrogen pada wanita seiring dengan bertambahnya usia, sehingga mempengaruhi

^{*)} Penulis Penanggungjawab

kontrol glukosa darah.^{3, 4} Prediabetes berisiko 2 sampai 10 kali berkembang menjadi diabetes melitus dalam rentang waktu 5 – 10 tahun. Perkembangan prediabetes menjadi diabetes mencapai 65% dalam kurun waktu 6 tahun.³

Prediabetes berawal dari terjadinya resistensi insulin akibat pembentukan senyawa oksigen reaktif. Hal ini berdampak pada ketidakseimbangan antara pertahanan antioksidan dan peningkatan produksi radikal bebas yang merupakan awal dari terjadinya kerusakan oksidatif atau stress oksidatif.⁵ Kondisi stress oksidatif memicu pelepasan *proinflammatory cytokine*, sehingga dapat menimbulkan gangguan pada reseptor insulin, sehingga terjadi resistensi insulin dan kadar glukosa di dalam darah meningkat.⁶ Hal ini apabila tidak segera ditanggulangi dapat berkembang menjadi diabetes melitus dimana kadar glukosa darah sudah terlalu tinggi.

Sumber pangan tinggi antioksidan dapat menekan pelepasan *proinflammatory cytokine* dan mengurangi risiko berkembangnya diabetes melitus tipe 2 dengan cara mengikat radikal bebas.⁷ Salah satu jenis minuman tinggi antioksidan yaitu teh kombucha. Teh kombucha terbuat dari air teh dan gula yang ditambahkan starter kultur yang disebut *Scoby* (*Symbiotic culture of bacteria and yeast*). Teh kombucha mengandung antioksidan dalam bentuk polifenol dan flavonoid (theaflavin, thearubigins, dan katekin). Aktivitas antioksidan pada teh kombucha terbukti lebih tinggi daripada teh hitam yaitu 93%, sedangkan teh hitam 90%. Hal ini disebabkan oleh pemecahan polifenol kompleks menjadi molekul-molekul yang lebih kecil oleh enzim yang dihasilkan bakteri dan yeast selama fermentasi sehingga mudah diserap dan digunakan.⁸ Kandungan vitamin C juga ditemukan lebih tinggi pada teh kombucha dibandingkan dengan teh hitam, yaitu 151 mg/100 ml. Gula yang digunakan dalam pembuatan teh kombucha dipecah menjadi asam-asam organik selama proses fermentasi sehingga aman untuk dikonsumsi pasien diabetes melitus.^{9, 10} Gula yang terkandung di dalam teh kombucha sebesar 0,07% per 100 ml, sehingga aman untuk dikonsumsi penderita prediabetes.

Penelitian menunjukkan pemberian teh kombucha pada tikus sebanyak 150 mg selama 14 hari terbukti dapat menurunkan kadar glukosa darah sebesar 56,4%.⁸ Penelitian lain dilakukan untuk melihat efek antihiperlikemia dari pemberian teh kombucha sebanyak 6 mg/kg BB pada tikus yang diberi suntikan streptozotisin (STZ). Hasil dari penelitian tersebut juga menunjukkan terjadinya penurunan kadar glukosa darah tikus dari ± 275 mg/dl menjadi ± 120 mg/dl.⁷ Pemberian minuman

teh kombucha pada tikus hiperglikemia sebanyak 1,71 ml (75,25 ml pada manusia) menunjukkan pula penurunan kadar glukosa darah yang signifikan. Penelitian lain yaitu pemberian teh kombucha sebanyak 5 ml selama 30 hari dapat menurunkan kadar glukosa darah tikus.¹¹

Berdasarkan hal tersebut, peneliti berniat untuk meneliti lebih lanjut mengenai pengaruh pemberian minuman teh kombucha terhadap kadar glukosa darah puasa pada wanita prediabetes usia 40 – 55 tahun dengan dosis 75,5 ml per hari selama 14 hari.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian *quasi experimental* dengan rancangan *pre test-post test control group design*. Pengambilan data dilakukan pada bulan Mei 2016. Ruang lingkup penelitian ini termasuk dalam bidang gizi masyarakat. Perlakuan yang diberikan adalah pemberian minuman teh kombucha.

Populasi yang menjadi target dalam penelitian ini adalah karyawan yang ada di kota Semarang. Populasi terjangkau dalam penelitian ini adalah karyawan dengan rentang usia 40 – 55 tahun yang memenuhi kriteria inklusi. Jumlah sampel diperoleh melalui perhitungan menggunakan rumus rerata 2 populasi independen. Setelah dihitung didapatkan besar sampel minimal untuk kedua kelompok adalah 10 orang, untuk menghindari *drop out* ditambahkan 10% pada masing-masing kelompok. Jumlah subjek penelitian pada 2 kelompok menjadi masing-masing 11 subjek. Subjek yang terpilih dengan metode *consecutive sampling* berdasarkan kriteria inklusi dibagi menjadi 2 kelompok dengan cara *simple random sampling*. Kriteria inklusi yang ditetapkan diantaranya wanita usia 40–55 tahun, memiliki kadar glukosa darah puasa 100 – 126 mg/dl, belum menopause, tidak memiliki gangguan lambung, tidak mengonsumsi obat penurun glukosa darah, tidak hamil, dan bersedia menjadi subjek penelitian dengan menandatangani *informed consent*. Kriteria eksklusi meliputi subjek mengundurkan diri dari penelitian, tidak mengonsumsi teh 100% dari yang diberikan, dan meninggal dunia.

Pada penelitian ini yang merupakan variabel bebas adalah kadar glukosa darah puasa dan variabel terikat yaitu pemberian minuman teh kombucha. Variabel perancu dari penelitian ini adalah asupan energi, karbohidrat, protein, lemak, dan serat, serta aktivitas fisik. Subjek yang masuk ke dalam kelompok perlakuan diberikan teh kombucha, dan yang masuk pada kelompok kontrol diberikan air putih. Teh kombucha yang diberikan

dibuat dengan mencampurkan daun teh hitam (0,5%), air (100%), dan gula (10%). Kemudian ditambahkan *Scoby* (*Symbiotic culture of bacteria and yeast*) dan didiamkan dalam wadah tertutup rapat dan kondisi gelap selama 7 hari dalam suhu ruang. Dosis yang diberikan pada masing-masing subjek sebesar 75,25 ml berdasarkan berat badan normal wanita usia 40 – 55 tahun. Pemberian intervensi dilakukan selama 14 hari.

Pemeriksaan kadar glukosa darah puasa dilakukan pada 2 kelompok pada saat sebelum dan setelah diberikan perlakuan. Pemeriksaan glukosa darah puasa dilakukan dengan pengambilan darah vena pada pagi hari setelah subjek berpuasa selama 8 – 10 jam. Pengambilan darah melalui vena dilakukan oleh petugas laboratorium. Data asupan energi, karbohidrat, protein, lemak, dan serat yang berasal dari makanan, minuman, dan suplemen diperoleh menggunakan formulir *food recall* 24 jam yang dilakukan 3 kali dalam seminggu selama penelitian meliputi 2 hari kerja dan 1 hari libur. Kandungan nilai gizi dihitung menggunakan software *nutrisurvey*, selanjutnya dibandingkan dengan perhitungan kebutuhan gizi dan dinyatakan dalam presentase. Data aktivitas fisik diperoleh dengan pengisian IPAQ (*International Physical*

Activity Questionnaire) dengan satuan MET-menit/minggu.

Analisis data penelitian dilakukan dengan menggunakan program komputer. Uji normalitas data menggunakan uji *Saphiro-Wilk*. Karakteristik subjek dianalisis menggunakan analisis deskriptif. Perbedaan asupan energi, karbohidrat, protein, lemak, serat, dan kadar glukosa darah puasa sebelum dan sesudah perlakuan pada kedua kelompok diuji menggunakan *independent t-test*. Perbedaan kadar glukosa darah puasa sebelum dan sesudah perlakuan pada kelompok perlakuan dan kelompok kontrol diuji menggunakan *dependent t-test*. Perbedaan tingkat aktivitas fisik dan perubahan kadar glukosa darah puasa pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan diuji menggunakan uji statistik *Mann-Whitney* karena data berdistribusi tidak normal.

HASIL

Karakteristik Subjek

Penelitian ini melibatkan 22 orang wanita yang merupakan karyawan di Kota Semarang. Subjek dibagi ke dalam 2 kelompok yaitu kelompok kontrol dan kelompok perlakuan. Karakteristik subjek yang terdiri dari usia, status gizi (IMT), dan aktivitas fisik dapat dilihat pada (Tabel 1)

Tabel 1. Rerata Usia, Status gizi, dan Aktivitas fisik pada kelompok perlakuan dan kontrol

Karakteristik Subjek	Perlakuan (n=11) Mean±SD	Kontrol (n=11) Mean±SD	p
Usia (Tahun)	50.55±2.62	49.45±2.54	0.33 ¹
IMT (kg/m ²)	25.41±2.06	24.07±1.82	0.12 ¹
Aktivitas Fisik	964.54±28.87	943.18±63.41	0.83 ²

¹ Uji Independent t-test

² Uji Mann-Whitney

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa rerata usia subjek adalah 50.0±2.58 tahun. Rerata status gizi subjek berada pada kategori *overweight* (IMT ≥ 23.9 kg/m²). Rerata aktivitas subjek pada kelompok kontrol dan perlakuan adalah sebesar 964.54 METs dan 943.18 METs. Hal ini menunjukkan aktivitas subjek yang terlibat dalam penelitian berada pada kategori sedang. Hasil menunjukkan tidak ada

perbedaan usia, status gizi berdasarkan IMT, dan aktivitas fisik pada kedua kelompok ($p > 0.05$).

Asupan Zat Gizi Selama Perlakuan

Asupan zat gizi subjek yaitu asupan energi, karbohidrat, protein, lemak, dan serat yang diperoleh dari makanan, minuman, dan suplemen. Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk persen kecukupan zat gizi pada (Tabel 2)

Tabel 2. Rerata Tingkat Kecukupan Zat Gizi

Asupan Zat Gizi (%)	Perlakuan (n=11) Mean±SD	Kontrol (n=11) Mean±SD	P
Energi	78.10±17.94	88.05±9.10	0.12 ¹
Karbohidrat	61.04±12.45	69.95±9.10	0.07 ¹
Protein	64.26±11.23	67.76±7.24	0.39 ¹
Lemak	103.26±25.13	105.29±27.38	0.85 ¹
Serat	31.35±5.38	33.76±4.02	0.24 ¹

¹ Uji Independent t-test

Tabel 2 menunjukkan bahwa rerata asupan energi, karbohidrat, protein, dan serat termasuk ke dalam kategori kurang, sedangkan rerata asupan lemak masuk ke dalam kategori berlebih. Tidak ada perbedaan rerata tingkat kecukupan energi, karbohidrat, protein, lemak, dan serat pada kelompok perlakuan dan kelompok kontrol ($p>0,05$).

Kadar Glukosa Darah Puasa Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Perbedaan kadar glukosa darah puasa sebelum dan sesudah penelitian disajikan untuk melihat perubahan rerata pada masing-masing kelompok dan antara 2 kelompok pada sebelum dan sesudah 14 hari intervensi.

Tabel 3. Perbedaan Rerata Kadar Glukosa Darah Puasa Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Variabel	Perlakuan (n=11)	Kontrol (n=11)	p^1
	Mean±SD	Mean±SD	
Glukosa Darah Puasa (mg/dl)			
Sebelum	112.18±6.04	108.55±5.80	0.16 ¹
Sesudah	106.82±4.99	109.64±6.23	0.25 ¹
Perubahan	-5.36±6.23	1.09±3.70	0.00 ^{2*}
p^2	0.01 ^{3*}	0.35 ³	

¹ Uji *Independent T-test*

² Uji *Mann-Whitney*

³ Uji *Dependent T-test*

*) signifikan ($p<0.05$)

Tabel 3 menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan kadar glukosa darah puasa sebelum intervensi pada kedua kelompok ($p>0.05$). Tidak terdapat perbedaan kadar glukosa darah puasa sesudah intervensi pada kedua kelompok ($p>0.05$). Terdapat perbedaan kadar glukosa darah puasa sebelum dan sesudah intervensi pada kelompok perlakuan ($p<0.05$) yaitu mengalami penurunan sebesar 5.36 ± 6.23 mg/dl, sedangkan pada kelompok kontrol terjadi peningkatan kadar glukosa darah puasa sebesar 1.09 ± 3.70 mg/dl, namun perubahannya tidak signifikan ($p>0.05$). Terdapat perbedaan pada perubahan kadar glukosa darah puasa kelompok kontrol dan kelompok perlakuan setelah diberikan intervensi ($p<0.05$).

PEMBAHASAN

Prediabetes merupakan kondisi awal yang memicu timbulnya diabetes dan penyakit jantung. Prediabetes ditandai dengan kadar glukosa darah puasa (GDP) yang berada pada rentang 100 – 126 mg/dl.¹ Peningkatan dan penurunan kadar glukosa darah puasa dapat disebabkan oleh berbagai faktor, diantaranya asupan makan dan aktivitas fisik.

Karakteristik responden yang terlibat dalam penelitian ini adalah wanita prediabetes usia 40 – 55 tahun. Secara statistika, tidak terdapat perbedaan rerata usia wanita pada kedua kelompok ($p>0.05$). Penelitian menunjukkan bahwa prevalensi prediabetes sebesar 61.1% dialami oleh wanita.³ Hal ini dikarenakan pada wanita terjadi fluktuasi hormon yang mempengaruhi kontrol glukosa darah. Ketika level hormon estrogen menurun seiring dengan bertambahnya usia, maka efek protektif dari hormon estrogen tersebut juga menurun, sehingga

dapat mengganggu kontrol glukosa darah. Kondisi prediabetes dapat menurunkan 40 – 50% fungsi sel beta pankreas. Hal ini dapat berpengaruh terhadap keseimbangan hormon insulin, sehingga dapat memicu peningkatan kadar glukosa darah.¹²⁻¹⁴

Subjek penelitian dibagi ke dalam 2 kelompok yaitu kelompok kontrol dan kelompok perlakuan. Rata-rata wanita dalam penelitian adalah dengan indeks massa tubuh *overweight*. Keadaan *overweight* dan obesitas merupakan salah satu faktor risiko terjadinya diabetes mellitus. Kondisi obesitas memiliki risiko 5 kali lebih tinggi untuk terkena diabetes mellitus tipe 2 dibandingkan dengan status gizi normal. Penumpukan lemak di jaringan adiposa dapat memicu pelepasan *proinflammatory cytokine*, sehingga dapat menimbulkan inflamasi pada sel dan jaringan termasuk sel reseptor insulin. Terganggunya sel reseptor insulin menyebabkan glukosa tidak dapat diangkut ke dalam sel, dan kadarnya tinggi di dalam darah.¹⁵

Rerata aktivitas fisik wanita yang masuk dalam penelitian berada dalam kategori sedang berdasarkan pengukuran aktivitas fisik menggunakan IPAQ (*International physical activity questionnaire*). Tidak ada perbedaan aktivitas fisik antara subjek pada kelompok perlakuan dan kelompok kontrol ($p>0.05$) dengan rata-rata skor dibawah 2999 MET-menit/minggu. Hal ini dikarenakan subjek bekerja sebagai karyawan di perkantoran dan tidak memiliki aktivitas fisik seperti olahraga lain diluar jam kerja. Aktivitas fisik yang dilakukan oleh subjek penelitian sebagian besar membersihkan rumah dan melakukan kegiatan rumah tangga lainnya pada sore hari

setelah bekerja (menyapu, mencuci pakaian, belanja). Melakukan aktivitas fisik yang dilakukan secara teratur dapat meningkatkan penggunaan glukosa oleh otot secara aktif dan digunakan sebagai energi sehingga dapat membantu menurunkan kadar glukosa darah.¹⁶ Aktivitas fisik juga membantu otot menyerap glukosa dari aliran darah dan meningkatkan sensitivitas insulin. Aktivitas fisik sedang yang dilakukan minimal 150 menit per minggu dapat menurunkan risiko terkena penyakit metabolik.¹⁷

Faktor lain yang mempengaruhi glukosa darah puasa dan menjadi variabel perancu adalah kecukupan asupan selama intervensi yang meliputi kecukupan energi, karbohidrat, protein, lemak, dan serat. Hasil *recall* pada subjek penelitian selama intervensi menunjukkan tidak ada perbedaan antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol ($p>0.05$). Rata-rata asupan energi, karbohidrat, protein, dan serat berada pada kategori kurang, sedangkan rerata asupan lemak berada pada kategori berlebih.¹⁸ Asupan lemak yang berlebihan dapat menyebabkan akumulasi lemak di jaringan adiposa yang berhubungan dengan obesitas dan gangguan toleransi glukosa melalui mekanisme penurunan ikatan insulin terhadap reseptor, terganggunya transport glukosa, dan penurunan proporsi glikogen sintase, sehingga memicu terjadinya resistensi insulin. Dimana pankreas tidak mampu memproduksi insulin dalam jumlah yang cukup sehingga kadar glukosa dalam darah tinggi.^{19, 20}

Rerata kadar GDP sebelum intervensi pada kelompok perlakuan adalah 112.18 mg/dl, dan pada kelompok kontrol adalah 108.55 mg/dl. Secara statistika data tersebut menunjukkan tidak ada perbedaan kadar GDP sebelum intervensi pada kedua kelompok ($p>0.05$). Rerata kadar GDP setelah intervensi pada kelompok perlakuan yaitu 106.82 mg/dl dan pada kelompok kontrol 109.64 mg/dl. Secara statistika, tidak terdapat perbedaan kadar GDP setelah intervensi pada kedua kelompok ($p>0.05$). Hal ini dikarenakan hasil peningkatan kadar GDP pada kelompok kontrol tidak berbeda jauh dengan hasil kadar GDP pada kelompok perlakuan yaitu ± 3 mg/dl. Rerata penurunan kadar GDP pada kelompok perlakuan setelah diberikan minuman teh kombucha adalah sebesar 5.36 mg/dl, sedangkan pada kelompok kontrol terjadi peningkatan sebesar 1.09 mg/dl setelah intervensi. Hal ini menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan pada perubahan kadar GDP pada kelompok perlakuan ($p<0.05$). Namun, tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada kelompok kontrol setelah diberikan intervensi, meskipun

terdapat peningkatan kadar GDP ($p>0.05$). Hal tersebut menunjukkan bahwa teh kombucha dapat menurunkan kadar glukosa darah puasa pada wanita prediabetes.¹⁸

Pada prediabetes terjadi peroksidasi asam lemak yang dapat memicu timbulnya stress oksidatif akibat rendahnya pertahanan antioksidan di dalam tubuh. Asupan makanan dan minuman yang tinggi akan kandungan antioksidan dibutuhkan untuk memperbaiki kondisi stress oksidatif. Teh kombucha merupakan salah satu jenis minuman yang memiliki kandungan antioksidan yang tinggi berupa polifenol dan flavonoid. Salah satu jenis flavonoid yang terkandung didalamnya yaitu katekin yang berasal dari teh. Vitamin C juga ditemukan lebih tinggi pada teh kombucha dibandingkan dengan teh hitam, yaitu 151 mg/100 ml. Proses fermentasi menggunakan *scooby* pada teh kombucha meningkatkan aktivitas antioksidan menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan teh hitam yaitu sebesar 93%. Peningkatan tersebut terjadi sebagai hasil dari metabolisme mikroorganisme pada kombucha selama proses fermentasi. Mikroba yang terkandung didalam teh kombucha menghasilkan enzim yang dapat mengubah gula menjadi berbagai jenis asam, vitamin, dan senyawa alkohol yang menguntungkan bagi tubuh.²¹

Teh kombucha berperan dalam modulasi sistem imun sehingga terjadi peningkatan aktivitas pertahanan antioksidan untuk mengurangi terjadinya inflamasi atau gangguan yang mungkin diakibatkan oleh radikal bebas.²² Peningkatan kadar glukosa darah yang terjadi pada prediabetes dapat memperburuk kondisi stress oksidatif karena terjadi peningkatan radikal bebas yang kemudian dapat menurunkan pertahanan antioksidan dalam tubuh. Pembentukan ROS (*Reactive Oxygen Species*) atau radikal bebas dapat meningkatkan pembentukan mediator inflamasi seperti *proinflammatory cytokine*, IL-6, dan TNF α yang mengakibatkan penurunan fungsi reseptor insulin. ROS juga dapat memicu timbulnya kerusakan sel-sel tubuh seperti sel beta pankreas dan kerusakan pada enzim superoksida dismutase (SOD). Enzim SOD merupakan antioksidan intrasel yang melindungi sel dari gangguan radikal bebas. Gangguan tersebut dapat mempengaruhi produksi insulin. Terjadinya gangguan pada reseptor insulin mengakibatkan glukosa dari dalam darah tidak dapat diangkut ke dalam sel, sehingga kadar glukosa di dalam darah tinggi. Antioksidan berperan dalam pemutusan rantai radikal bebas dengan cara menyeimbangkan gugus hidroksil, sehingga dapat menstabilkan radikal bebas.²³

Mekanisme pertahanan antioksidan secara spesifik pada seseorang dengan hiperglikemia yaitu dengan mencegah pembentukan radikal bebas yang terjadi akibat proses autooksidasi glukosa, jalur poliol, dan glikasi non-enzimatik. Autooksidasi glukosa merupakan proses pembentukan senyawa oksigen reaktif (ROS) yang dikatalis oleh senyawa logam seperti besi dan seng. Akibat yang ditimbulkan berupa peningkatan aktivitas radikal superoksida dan kerusakan enzim superoksida dismutase (SOD). Jalur poliol merupakan jalur alternatif metabolisme glukosa. Pada orang normal, sebagian besar glukosa di dalam sel mengalami fosforilasi menjadi glukosa 6 fosfat oleh enzim heksokinase. Sebagian kecil glukosa yang tidak mengalami fosforilasi masuk ke jalur poliol. Dalam jalur ini, NADPH yang dibutuhkan enzim menurun, sehingga mengganggu pembentukan enzim glutathion peroksidase yang berperan dalam pembentukan antioksidan endogen glutathion. Pada proses glikasi non-enzimatik terdapat senyawa aldehyd, yaitu senyawa yang mampu berikatan secara kovalen sehingga terjadi modifikasi protein. Reaksi pengikatan aldehyd pada protein disebut reaksi glikasi protein. Reaksi non-enzimatik glukosa darah dengan protein di dalam tubuh akan berlanjut menjadi reaksi browning dan oksidasi yang salah satu hasilnya adalah *Advance glycosylation end products* (AGEs). Akumulasi AGEs di jaringan merupakan sumber utama radikal bebas, sehingga mampu meningkatkan stress oksidatif.

Antioksidan pada teh kombucha berupa flavonoid berperan dalam meningkatkan aktivitas enzim heksokinase yang membantu dalam proses fosforilasi glukosa menjadi glukosa 6 fosfat, sehingga metabolisme karbohidrat berlangsung sempurna dan tidak ada glukosa yang masuk ke dalam jalur poliol. Selain itu, flavonoid juga meningkatkan aktivitas enzim glutathion peroksidase yang berperan pada proses pembentukan antioksidan endogen yaitu glutathion dalam bentuk tereduksi (GSH). Keseimbangan rasio GSH tereduksi/teroksidasi (GSH/GSSG) mempengaruhi respon sel beta terhadap glukosa dan perbaikan aksi insulin.^{5, 24}

Meskipun teh kombucha dibuat dengan menggunakan tambahan gula untuk fermentasi, pada akhir fermentasi setelah 7 hari kandungan gulanya menjadi sangat rendah. Berdasarkan uji pendahuluan, kandungan gula pada teh kombucha yaitu 0.07% per 100 ml, sehingga aman untuk dikonsumsi untuk penderita prediabetes.

KETERBATASAN PENELITIAN

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yaitu tidak dapat menganalisis kandungan antioksidan dari asupan makan sehari-hari yang dikonsumsi responden berdasarkan hasil *recall*.

SIMPULAN

Pemberian minuman teh kombucha selama 14 hari dengan dosis 75.25 ml/hari pada wanita prediabetes usia 40 – 55 tahun berpengaruh terhadap kadar glukosa darah puasa. Hal ini ditunjukkan dengan terjadinya penurunan kadar glukosa darah puasa sebesar 5.36 mg/dl.

SARAN

Pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat melibatkan responden dengan cakupan yang lebih luas. Penderita prediabetes dapat mengkonsumsi teh kombucha dengan dosis yang lebih banyak untuk mengetahui efek yang lebih baik dari teh kombucha dalam menurunkan kadar glukosa darah. Penelitian pada hewan coba menunjukkan konsumsi teh kombucha dengan dosis 5 ml (250 ml pada manusia) selama 30 hari dapat menurunkan kadar glukosa darah secara signifikan.²⁵ Masyarakat dapat mengkonsumsi teh kombucha sebagai alternatif untuk menstabilkan kadar glukosa darah. Kondisi prediabetes dapat diperbaiki dengan mengontrol asupan makan, salah satunya dengan mengkonsumsi makanan dan minuman tinggi antioksidan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada semua subjek yang berpartisipasi dalam penelitian ini, pembimbing dan penguji yang telah memberikan masukan dalam penelitian ini dan enumerator yang telah membantu pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

1. American Diabetes Association. Standards of Medical Care in Diabetes America. National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. 2012:35.
2. Siti Setiati IA AWS, Marcellus Simadibrata, Bambang Setiyohadi, Ari Fahrial Syam. Ilmu Penyakit Dalam. 6 ed. Jakarta: Interna Publishing; 2014.
3. Soewondo P, Pramono LA. Prevalence, characteristics, and predictors of pre-diabetes in Indonesia. Prevalence and predictors of pre-diabetes in Indonesia. 2011;20(4):283-93.
4. Holt R, Health EIoWs. Women and Diabetes in The EU. 2013.

5. Bambang S, Eko S. Stress Oksidatif dan Peran Antioksidan pada Diabetes Mellitus. *Majalah Kedokteran Indonesia*. 2005.
 6. Marcia Nelms KPS, Karen Lacey, Sara Long. *Nutrition Therapy & Pathophysiology*. 2 ed. USA: Wadsworth, Cengage Learning; 2010. 506 p.
 7. Thummala S, Khrisna MK, Natarajan A, Uppala S. Antihyperglycaemic efficacy of kombucha in streptozotocin-induced rats. *Journal of Functional Foods*. 2013;5:1794-802.
 8. Bhattacharya S, Gachhui R, C.Sil P. Effect of Kombucha, a fermented black tea in attenuating oxidative stress mediated tissue damage in alloxan induced diabetic rats. *Food and Chemical Toxicology*. 2013;60:328 - 40.
 9. Jayalaban R, Radomir VM, Jasmina SV, Muthuswamy S. A review on Kombucha Tea—Microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity, and tea fungus. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2014;13.
 10. Greenwalt C, Ledford R, Steinkraus K. Determination and Characterization of the Antimicrobial Activity of the Fermented Tea Kombucha. *Food Science*. 2008.
 11. Ahmed Aloulou KH, Dhouha Elloumi, Madiha Bou Ali, Khaoula Hargafi, Bassem Jaouadi, Fatma Ayadi, Abdelfattah Elfeki, Emna Ammar. Hypoglycemic and antilipidemic properties of kombucha tea in alloxan-induced diabetic rats. *Biomed Central Complementary & Alternative Medicine*. 2012(12):63.
 12. Persatuan Endokrinologi Indonesia. Konsensus pengelolaan dan pencegahan diabetes mellitus tipe 2 di Indonesia. Jakarta: PB. PERKENI; 2011.
 13. Tirosh A et al. Normal fasting plasma glucose levels and type 2 diabetes in young men. *Nutrition and Clinical Medicine*. 2005;353:1454 - 60.
 14. Abdhul Gani M.A. RA. Plasma glucose concentration and prediction of future risk of type 2 diabetic. *Diabetes Care*. 2009;32:194-6.
 15. Gattineau M HC, Holman N. Adult obesity and type 2 diabetes. *Public Health England*. 2014;5-14.
 16. Bweir S A-JM, Almatly A.M. Resistance exercise training lowers HbA1C more than aerobic training in adults with type 2 diabetes. *Diabetes Metabolic Syndrome*. 2009;12:27.
 17. Hamilton M.T HDG, Zderic T.W. Role of low energy expenditure and sitting in obesity, metabolic syndrome, type 2 diabetes, and cardiovascular disease. *Diabetes Journal*. 2007;56:2655-6.
 18. Dahlan MS. Statistik untuk kedokteran dan kesehatan. 6 ed. 1, editor. Jakarta: Epidemiologi Indonesia; 2014.
 19. Gattineau M, Hancock C, Holman N. Adult Obesity and Type 2 Diabetes. *Public Health England*. 2014:14 - 5.
 20. Steyn N, Mann J, Bennett P, Temple N, Zimmet P, Tuomilehto J, et al. Diet, nutrition and the prevention of type 2 diabetes. *Public Health Nutrition*. 2004;7(1A):147-65.
 21. Suhardini P EZ. Study of Antioxidant Activity on Kombucha Leaves During Fermentation. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2009;4(1):221-9.
 22. Thummala Srihari KK, Natarajan Ashokkumar, Uppala Satyanarayana. Antihyperglycaemic efficacy of kombucha in streptozotocin-induced rats. *Journal of Functional Foods*. 2013:1794-802.
 23. Marian Valko D.L JM, Mark T.D Cronin, Milan Mazura, Joshua Telser. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*. 2007;39(68):68-71.
 24. TPA Devasagayam JT, KK Boloor, Ketaki S Sane, Saroj S Ghaskadbi, RD Lele. Free radicals and antioxidants in human health: current status and future prospects. *JAPI*. 2004;52:801.
 25. Lukitawati W. Pengaruh Teh Kombucha terhadap Kadar Glukosa Darah Rattus norvegicus. *UNESA Journal of Chemistry*. 2013;2(1).
-