

## EFEK PEMBERIAN SUSU KEDELAI-JAHE TERHADAP KADAR GLUKOSA DARAH PUASA WANITA PRE-MENOPOUSE PREDIABETES

Adriyan Pramono<sup>1,2\*</sup>, Deny Yudi Fitranti<sup>1,2</sup>, Eka Rina Rahmawati<sup>1</sup>, Fitriyono Ayustaningwarno<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Departemen Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro. Jln. Prof Soerdarto SH, Tembalang Semarang 50275, Indonesia.

<sup>2</sup>Center of Nutrition Research (CENURE), Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro. Jln. Prof Soerdarto SH, Tembalang Semarang 50275, Indonesia. \*Penulis Penanggungjawab : [adriyanpram@gmail.com](mailto:adriyanpram@gmail.com)

### ABSTRACT

**Background :** Soymilk and ginger may contain antioxidant activity which might be beneficial for blood glucose control. **Objective:** The aim of this study was to analyze the antioxidant activity of soybean milk-enriched ginger and subsequently determine its effect on fasting blood glucose (FBG) levels among Indonesian non-menopausal prediabetes women with overweight/obesity.

**Method:** The development of soybean milk-enriched ginger as treatment was conducted before intervention phase. Antioxidant activity of soybean milk enriched ginger was analyzed using DPPH method. Subsequently, twenty-two non-menopausal prediabetes women (aged  $42 \pm 7$ , FBG  $> 100$  mg/dl) were randomized into 3 groups, soybean milk only (T1), soybean milk-enriched ginger (T2) and control groups (C) for 14 days.

**Result:** No differences of FBG levels at baseline for all groups ( $p=0.589$ ). After intervention, fasting glucose (FBG) concentrations were significantly difference between groups ( $p=0.026$ ). Further analysis showed FBG levels of T2 but not T1 was significantly different as compared to control after adjustment for baseline levels, age and BMI ( $p=0.047$ ).

**Conclusion:** In conclusion, additional of ginger into soymilk may have potential to control FBG levels in non-menopausal women with prediabetes.

**Keywords:** antioxidant activity; fasting blood glucose; ginger; soymilk; pre-menopause.

### ABSTRAK

**Latar Belakang:** Susu kedelai-jahe dapat mengandung antioksidan yang bermanfaat untuk mengendalikan kadar glukosa darah puasa.

**Tujuan:** Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis aktivitas antioksidan dari susu kedelai-jahe dan untuk menganalisis pengaruh susu kedelai-jahe terhadap kadar glukosa darah puasa (GDP) wanita non-menopause prediabetes di kota Semarang, Indonesia.

**Metode:** Penelitian ini diawali dengan pengembangan produk susu kedelai jahe sebagai intervensi. Aktivitas antioksidan dari susu kedelai jahe dianalisis menggunakan metode DPPH. Desain penelitian ini adalah randomized control trial (RCT) yang melibatkan 22 wanita non-menopause prediabetes (usia  $42 \pm 7$ , kadar GDP  $> 100$  mg/dl). Subjek dibagi menjadi 3 kelompok yaitu kelompok yang diberi minuman susu kedelai (T1), susu kedelai-jahe (T2) dan kontrol (C) selama 14 hari.

**Hasil:** Tidak terdapat perbedaan rerata kadar glukosa darah puasa (GDP) sebelum dan sesudah intervensi pada kelompok kontrol, kelompok T1 dan T2 ( $p=0.589$ ). Setelah intervensi, kadar GDP berbeda signifikan antar kelompok kontrol, T1 dan T2 ( $p=0.026$ ). Analisis selanjutnya menunjukkan, kadar GDP kelompok T2 (bukan T1) berbeda signifikan terhadap kontrol ( $p=0.047$ ) setelah dikendalikan factor kadar GDP sebelum intervensi, usia, dan Indeks Massa Tubuh (IMT).

**Simpulan:** Penambahan jahe pada minuman susu kedelai memiliki potensi dalam mengendalikan kadar GDP wanita non-menopause yang prediabetes.

**Kata kunci:** aktivitas antioksidan; glukosa darah puasa; jahe; susu kedelai; pre menopause

### PENDAHULUAN

Prevalensi diabetes mellitus tipe 2 (DM tipe 2) terus meningkat di populasi kawasan Asia.<sup>1</sup> Tidak terkecuali Indonesia, hasil riset kesehatan dasar (Riskesdas) 2018 mengindikasikan kenaikan prevalensi penduduk dengan DM tipe 2 dari 6,9% menjadi 10,9% dalam kurun waktu antara 2007 dan 2018.<sup>2</sup> Pada kebanyakan kasus DM tipe 2, kemungkinan besar diawali dari kondisi prediabetes. Prediabetes merupakan suatu kondisi dimana kadar

glua darah puasa (GDP) diatas normal ( $> 100$  mg/dl) namun masih dibawah kadar GDP DM tipe 2 yaitu 125 mg/dl.<sup>3</sup> Besar risiko prediabetes untuk menjadi DM tipe 2 selama beberapa tahun terakhir terus meningkat dari dalam rentang 8% hingga 15% seiring dengan meningkatnya kejadian hiperglikemia (suatu kondisi peningkatan kadar plasma glukosa darah diatas normal).<sup>4,5</sup> Rangkaian patogenesis tersebut berisiko meningkatkan angka prevalensi prediabetes. Tidak mengejutkan, ketika diketahui

prevalensi Prediabetes di Indonesia mencapai 26,3% dari populasi penduduk dewasa<sup>2</sup>, yang mana angka prevalensi tersebut 2 kali dari angka kejadian DM tipe 2 di Indonesia. Prediabetes yang mengalami hiperglikemia dan tidak terkontrol, berisiko mengalami DM tipe 2 pada masa yang akan datang. Menariknya, sekitar 6,6% dari penduduk dewasa Indonesia yang Prediabetes adalah wanita.<sup>6,7</sup> Pada wanita, status post-menopause berhubungan dengan risiko hiperglikemia, sehingga intervensi pengendalian kadar glukosa darah mungkin lebih efektif dilakukan sejak wanita pre-menopause.<sup>2</sup>

Apabila kadar plasma glukosa darah dapat terkontrol dalam rentang konsentrasi normal (< 100 mg/dl), Prediabetes dianggap sebagai sebuah kondisi yang *reversible*. Pengendalian kadar glukosa darah ini memungkinkan dilakukan melalui gaya hidup sehat dan konsumsi makanan/minuman yang mengandung antioksidan.<sup>8</sup> Kacang kedelai merupakan salah satu bahan pangan yang mengandung flavonoids (*isoflavon*) yang diduga bermanfaat dalam pengendalian glukosa darah, juga mengandung serat dan rendah indeks glikemik (IG). Studi di hewan coba menunjukkan bahwa kandungan *isoflavones* pada kacang kedelai mungkin meningkatkan fungsi sel beta pankreas dalam mensekresi insulin.<sup>9</sup> Kemudian, studi-studi yang lain juga menunjukkan efek positif dari kacang kedelai dalam menurunkan kadar glukosa darah, menurunkan profil lemak darah, dan meningkatkan fungsi sekresi insulin pada kondisi DM tipe 2.<sup>10,11</sup>

Di Indonesia khususnya, kacang kedelai banyak dikonsumsi sebagai makanan olahan tempe maupun susu kedelai. Khususnya susu kedelai, produksinya terus meningkat seiring peningkatan penerimaan masyarakat. Akan tetapi, susu kedelai memiliki kekurangan dari aspek aroma yaitu *langu*. Berdasarkan pustaka, aroma *langu* dari susu kedelai merupakan hasil dari reaksi enzimatis lipoksigenase.<sup>12</sup> Berdasarkan pustaka tersebut pula, dengan menambahkan jahe dapat mengurangi aroma *langu* dan mungkin meningkatkan penerimaan susu kedelai.<sup>12</sup> Lebih lanjut, studi ini menunjukkan bahwa jahe juga mengandung fenol seperti *gingerol* yang diduga dapat berfungsi menurunkan kadar GDP pada subyek dengan DM tipe 2.<sup>13</sup> Sehingga menambahkan jahe pada susu kedelai tidak hanya menghilangkan aroma *langu* namun juga dapat memberikan nilai tambah fungsi bagi kesehatan dalam menurunkan kadar GDP. Hingga penelitian ini dilakukan, penelitian untuk menguji efek susu kedelai dan jahe terhadap kadar GDP pada wanita *pre-menopause* yang Prediabetes masih jarang dilakukan. Selain itu, efek kedelai terhadap pengendalian glukosa darah pada manusia masih terfokus pada kondisi diabetes mellitus tipe 2.<sup>11</sup>

Tujuan dari penelitian ini yaitu (1) untuk menganalisis aktivitas antioksidan dari susu kedelai yang ditambah jahe (*Z. officinale*) and (2) untuk mengetahui efek pemberian susu kedelai-jahe terhadap kadar GDP pada wanita pre-menopause yang Prediabetes.

## METODE

Studi intervensi ini telah mendapatkan ijin dari komite penelitian kedokteran Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro No. 344/EC/FK-RSDK/2014. Desain penelitian ini adalah uji intervensi acak dengan kelompok kontrol (*randomized control trial*) selama 14 hari di kota Semarang. Jumlah subyek dihitung berdasarkan formula hitung sampel untuk perbedaan rerata dua populasi yang *dependen*. Hasil perhitungan sampel menunjukkan minimal 18 wanita pre-menopause yang Prediabetes diperlukan dalam penelitian ini. Kriteria inklusi pada penelitian ini adalah wanita produktif usia 30 hingga 55 tahun, memiliki siklus menstruasi rutin, tidak hamil dan/atau menyusui, tidak merokok dan tidak minum alkohol, tidak mengkonsumsi obat yang berkaitan dengan Penyakit jantung dan pembuluh darah, tidak mengkonsumsi obat pengendali glukosa darah, tidak mempunyai riwayat Penyakit ginjal, dan Penyakit-penyakit kronis lainnya. Sejumlah 102 wanita *pre-menopause* yang ditentukan berdasarkan kuesioner *screening* awal, dilibatkan untuk *screening* Prediabetes berdasarkan kriteria kadar GDP diantara 100 – 125 mg/dl.<sup>4,5</sup> Sejumlah 24 wanita pre-menopause sesuai dengan kriteria inklusi yang ditetapkan dan menandatangani pernyataan kesediaan. Partisipan studi, secara acak sederhana dengan menggunakan koin untuk mengalokasikan subyek ke kelompok perlakuan atau kontrol, dibagi menjadi 3 grup: (K) Kontrol, (T1) kelompok susu kedelai tanpa jahe dan (T2) kelompok susu kedelai-jahe. Selama intervensi, 2 partisipan, masing-masing 1 orang di T1 dan T2 mengalami *drop out* dengan alasan tidak sanggup meneruskan penelitian. Sehingga, sebanyak 22 wanita non-menopause yang Prediabetes menyelesaikan penelitian.

Kelompok kontrol diberikan 430 ml air dengan *sweetener* yang dianggap tidak akan mempengaruhi kadar GDP (n=8). Kelompok T1 diberikan 430 ml susu kedelai dengan perkiraan kandungan 25-gram protein (n=8) and kelompok T2 diberikan 430 ml susu kedelai dengan perkiraan kandungan 25-gram protein ditambah 3-gram jahe (n=6), setiap hari selama 14 hari. Kedelai diperoleh dari petani lokal di wilayah Grobogan, Jawa Tengah. Secara ringkas, cara pembuatan susu kedelai diuraikan sebagai berikut: kedelai direndam dengan perbandingan air dan kedelai 1:2 selama 8 jam

kemudian dibersihkan dengan membuang kulit ari kedelai. Setelah bersih kedelai diblender dengan perbandingan kedelai dan air yaitu 1:3,5. Hasil bubur kedelai disaring lalu dipanaskan selama 5 menit dan ditambahkan gula jagung sebanyak 5 gram. Aktivitas antioksidan dianalisis dengan sebuah spektrofotometer menggunakan metode DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) pada panjang gelombang 400-600 nm yang dideskripsikan lebih rinci di paper yang lain.<sup>14</sup> Aktivitas antioksidan dideskripsikan sebagai persentase dari kapasitas antioksidan.<sup>14</sup>

Data asupan zat gizi berupa energi, karbohidrat, lemak, protein, dan serat diperoleh melalui wawancara kepada subjek sebanyak 3 hari secara acak selama intervensi. Hasil penilaian rata-rata asupan energi, karbohidrat, lemak, protein dan serat yang berasal dari makanan dan minuman selama intervensi dicatat pada formulir *food record* dan *food recall* 24 jam. Data tingkat kecukupan asupan subjek disajikan dalam bentuk persentase (%) dari (data asupan hasil pengukuran dibagi kecukupan gizi berdasarkan AKG) dikalikan 100%. Data status gizi subjek dihitung dengan menggunakan rumus indeks massa tubuh (IMT) dari pengukuran berat badan (kg) dan tinggi badan (m) subjek. Aktivitas fisik diamati dengan menggunakan kuesioner *Baecke* mengenai aktivitas saat berolahraga dan pada waktu luang karena dalam penelitian ini subjek memiliki pekerjaan yang sama.

Aktivitas fisik subjek dihitung menggunakan rumus indeks aktivitas fisik olahraga dan aktivitas waktu luang. Hasil perhitungan aktivitas fisik dikategorikan menggunakan skala Likert, menjadi kategori aktif untuk nilai >2,5 dan tidak aktif untuk nilai 1,5 - 2,4.<sup>22</sup><sup>15</sup>

Kadar GDP dengan satuan mg/dL yang diambil oleh petugas laboratorium melalui pembuluh vena di lengan setelah subjek berpuasa selama 10 jam. Pengukuran kadar GDP diuji dengan metode Glucose Oxidase Para Aminophenazone (GOD-PAP) dan dianalisis dengan menggunakan spektrofotometer enzimatik dengan reagen DiaSys® Cat No.2144 dan alat Cobas Mira - S28-6537 *diagnostic analyzer* (Roche). Data berdistribusi normal dan dipresentasikan dalam rerata ± standar deviasi (SD). Analisis *t-test* berpasangan dilakukan untuk melihat apakah ada perbedaan sebelum dan sesudah intervensi pada masing-masing kelompok. Analisis ANOVA satu arah dipakai untuk menganalisis perbedaan rerata kadar GDP antar kelompok (K, T1, and T2). Sedangkan analisis kovarian (ANCOVA) digunakan untuk menganalisis bagaimanakah perbedaan antar kelompok setelah intervensi dikendalikan oleh faktor kadar GDP awal, usia, dan IMT. Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan software SPSS 19 IBM (SPSS Inc., USA).

## HASIL

Tabel 1. Karakteristik Awal Subyek Penelitian

	T 1 (n=8)	T2 (n=6)	C (n=8)	p
	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD	
Usia	44,63±8,48	41,17±6,37	40,63±6,44	0,510 <sup>a</sup>
IMT (kg/m <sup>2</sup> )	29,08±2,83	27,77±1,68	29,85±4,76	0,548 <sup>a</sup>
Skor aktivitas fisik	2,41±0,88	2,35±0,72	1,90±0,19	0,095 <sup>b</sup>

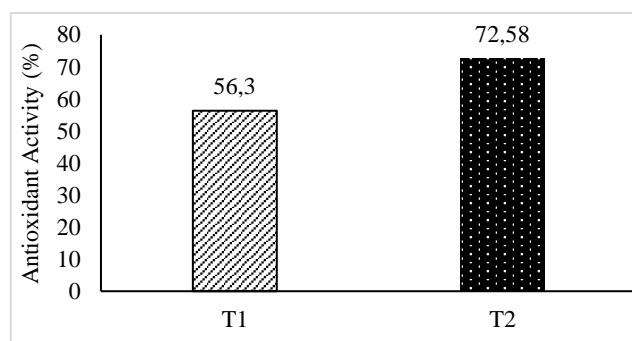
<sup>a</sup> one way ANOVA; <sup>b</sup>Kruskal Wallis

Tidak ada perbedaan yang bermakna untuk karakteristik awal IMT, usia dan aktivitas fisik sebelum intervensi antara kelompok Kontrol (K), T1, dan T2 ( $p > 0,05$ ). Rerata IMT subyek penelitian ini mengindikasikan bahwa semua subyek diklasifikasikan pada status gizi *overweight* dan atau obesitas. Semua partisipan penelitian ini diklasifikasikan memiliki aktivitas fisik kategori ringan (*sedentary*) (Tabel 1).

### Aktivitas antioksidan susu kedelai-jahe

Aktivitas antioksidan susu kedelai-jahe (*Z. officinale*) lebih tinggi (72,58% ± 0,75) dibanding susu kedelai (tanpa ditambah jahe) (56,30% ± 0,15) (Gambar 1). Dengan proses pembuatan susu kedelai melalui metode yang sama, dapat diduga bahwa kenaikan aktivitas antioksidan pada susu kedelai-

jahe, kemungkinan besar dikontribusi oleh penambahan jahe (*Z. officinale*).



Gambar 1. Perbandingan Kapasitas Antioksidan antara Susu Kedelai (T1) dan Susu Kedelai Ditambah Jahe (*Z. officinale*) (T2) (T1 SD = 0,15; T2 SD = 0,75)

**Table 2. Perbedaan Rerata Persentase Kecukupan Energi, Protein, Lemak, Karbohidrat dan Serat pada Ketiga Kelompok Perlakuan**

Variable	T1 (n=8)	T2 (n=6)	C (n=8)	p <sup>a</sup>
	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	
Energi (%)	58,53 ± 11,97	53,35 ± 8,92	62,26 ± 12,60	0,376
Protein (%)	70,42 ± 9,04	64,85 ± 6,76	79,85 ± 28,48	0,324
Lemak (%)	82,13 ± 19,43	70,90 ± 14,89	91,63 ± 25,23	0,208
Karbohidrat (%)	52,35 ± 12,35	53,62 ± 16,78	51,34 ± 14,53	0,958
Serat (%)	21,99 ± 8,70	24,38 ± 6,23	27,04 ± 4,90	0,358

<sup>a</sup> One-way ANOVA**Table 3. Perbedaan rerata kadar GDP sebelum dan sesudah intervensi**

Variable	T1 (n=8)	T2 (n=6)	C (n=8)	p
	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	
FBG Before (mg/dL)	108,63 ± 6,50	110,50 ± 7,99	106,88 ± 4,99	0,589 <sup>a</sup>
After (mg/dL)	103,63 ± 8,78	100,67 ± 9,91	114,63 ± 9,43	0,026 <sup>a</sup>
p	0,070 <sup>b</sup>	0,137 <sup>b</sup>	0,019 <sup>b</sup>	

<sup>a</sup> One-way ANCOVA adjusted for baseline levels, age, and BMI; <sup>b</sup> Paired t-test**Table 4. Analisis post-hoc untuk kadar GDP setelah intervensi pada ketiga kelompok.**

Variable	Groups	Mean Difference ± SE	p
FBG (mg/dL)	C T1	11,9 ± 4,8	0,071 <sup>a</sup>
	T2	14,4 ± 5,3	0,047 <sup>a</sup>
	T1 T2	2,5 ± 5,7	0,100 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Bonferroni correction**Asupan zat-zat gizi selama intervensi**

Tabel 2 menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang bermakna untuk kecukupan energi, protein, lemak, karbohidrat dan serat selama proses intervensi pada kelompok K, T1, dan T2 ( $p > 0.05$  untuk semua parameter).

**Kadar Gula Darah Puasa (GDP) sebelum dan sesudah intervensi**

Tabel 3 menunjukkan bahwa diawal (sebelum) penelitian, tidak terdapat perbedaan kadar GDP pada kelompok K, T1, dan T2 ( $p = 0,589$ ). Setelah intervensi, terdapat perbedaan rerata kadar GDP antar kelompok K, T1, dan T2 (ANOVA  $p = 0,024$ ). Analisis lanjut dengan ANCOVA menunjukkan setelah intervensi, terdapat perbedaan kadar GDP antar kelompok K, T1, dan T2 setelah dikontrol terhadap kadar GDP sebelum intervensi, usia dan IMT (ANCOVA  $p = 0,026$ , R square = 0,453).

Analisis *Post Hoc* bonferonni dilakukan untuk mengetahui perbedaan rerata pada masing-masing kelompok. Tidak ada perbedaan bermakna antara kelompok perlakuan T1 dan T2 setelah intervensi ( $p > 0,05$ ). Akan tetapi, hasil analisis menunjukkan bahwa hanya kadar GDP pada kelompok perlakuan T2 (bukan T1) berbeda signifikan dibandingkan kelompok K setelah dikontrol kadar GDP awal, usia, dan IMT [beda rerata ± SD (14,4 ± 5,3), 95%CI 0,171 – 28,604,  $p = 0,047$ ].

Pada kelompok T2, sebanyak 66,67% partisipan mengalami penurunan kadar GDP setelah intervensi dengan rerata penurunan kadar GDP 9,83 mg/dL. Sebaliknya, 75% partisipan di kelompok kontrol (K) mengalami kenaikan kadar GDP, dengan kenaikan kadar GDP 7,75 mg/dL. (Tabel 4)

**PEMBAHASAN**

Prediabetes didefinisikan sebagai sebuah kondisi klinis dengan kadar GDP diatas 100 mg/dl namun masih dibawah batas diagnosis DM tipe 2 (kadar GDP > 125 mg/dl), yang memiliki risiko besar mengalami DM tipe 2.<sup>4</sup> Menurut World Health Organization (WHO), prediabetes dapat digambarkan juga dalam 2 kondisi patologis, yang pertama terkait dengan gangguan glukosa darah puasa (*impaired fasting glucose/IFG*) yaitu kadar GDP antara 6,1–6,9 mmol/L (109,8 – 124,2 mg/dl) atau gangguan glukosa darah setelah makan (*postprandial*) (dikenal dengan *impaired glucose tolerance/IGT*) digambarkan dengan kadar 2 jam glukosa darah setelah tes larutan glukosa (2OGTT) antara 7,8–11,0 mmol/L (140–198 mg/dl) atau merupakan sebuah kombinasi kedua kondisi patologis gangguan glukosa darah puasa (GDP) dan gangguan glukosa darah 2OGTT.<sup>16</sup> Kedua kondisi tersebut (IFG atau IGT) memiliki risiko tinggi mengalami DM tipe 2 dan Penyakit-penyakit terkait kardiovaskular. Sebagai catatan, kedua kondisi

tersebut diatas (IFG and IGT) memang memiliki jalur manifestasi gangguan metabolik yang berbeda, namun memiliki kesamaan yaitu sama-sama ditandai dengan hiperglikemia.<sup>5</sup>

Susu kedelai diduga berpotensi dalam mengendalikan kadar glukosa darah pada penderita DM tipe 2.<sup>11</sup> Kandungan asam amino dalam protein kedelai yaitu glisin dan arginin berfungsi menjaga keseimbangan hormon insulin melalui stimulasi sel  $\beta$ -pankreas dalam mengontrol kadar glukosa darah. Glisin dan arginin mampu meningkatkan sekresi insulin oleh sel  $\beta$ -pankreas disertai peningkatan respon insulin pada glukosa darah sehingga terjadi peningkatan transport glukosa ke dalam sel hati, otot, dan sel tubuh lainnya.<sup>17</sup> Selain itu, terdapat mekanisme lain yang mempengaruhi glukosa darah dengan menjaga fungsi glukoneogenesis di jaringan hati secara tidak langsung melalui penurunan konsentrasi asam lemak dan diduga juga meningkatkan sensitivitas insulin.<sup>18</sup>

Isoflavon utama dalam kedelai yaitu genistein dan daidzein berperan sebagai antioksidan, inhibitor enzim tirosin kinase dan  $\alpha$ -glukosidase. Terhambatnya enzim tirosin kinase dan  $\alpha$ -glukosidase sebagai reseptor insulin mampu memperlambat uptake glukosa ke dalam darah oleh villi usus sehingga kadar glukosa di dalam darah tidak cepat meningkat. Isoflavon sebagai antioksidan berperan menjaga fungsi sel  $\beta$ -pankreas untuk mensekresi hormon insulin.<sup>17</sup> Antioksidan memiliki fungsi sebagai menetralkan radikal bebas yang berlebihan di dalam tubuh sehingga dapat mempengaruhi jalur metabolisme glukosa di dalam tubuh. Sebaliknya, kadar glukosa darah yang tinggi juga berperan dalam kerusakan jaringan yang sensitif terhadap fungsi insulin, meningkatkan pembentukan radikal bebas melalui proses autooksidasi sel. Pada hiperglikemia yang terus menerus, meningkatkan proses autooksidasi glukosa sehingga meningkatkan pembentukan senyawa oksigen reaktif berupa senyawa superoksida disertai kegagalan fungsi maupun penurunan produksi enzim superoksida dismutase (SOD), sebuah enzim intraseluler yang berperan melindungi sel dari radikal bebas yang berlebihan dengan mengikat radikal bebas tersebut.<sup>19</sup>

Faktor lain yang juga dapat berpengaruh terhadap kadar GDP dan menjadi variabel perancu pada penelitian ini adalah tingkat kecukupan asupan. Meskipun, selama penelitian berlangsung pada ketiga kelompok memiliki tingkat kecukupan asupan yang tidak berbeda signifikan secara statistik, perlu diingat bahwa pengukuran asupan makan dipenelitian ini dilakukan dengan *food recall* 24 jam dan *food record* yang memiliki bias individu cukup tinggi.<sup>20</sup> Dalam penelitian ini tidak menganalisis

perubahan kadar hormone GLP-1 misalnya untuk mengetahui apakah pemberian susu kedelai-jahe ini mempengaruhi nafsu makan selama intervensi.

Hingga saat ini, penelitian-penelitian sebelumnya pada Manusia yang meneliti efek susu kedelai terhadap kesehatan masih tidak konsisten (ada yang menunjukkan efek penurunan kadar GDP<sup>11</sup> dan ada juga yang tidak menunjukkan efek terhadap glukosa).<sup>21</sup> Pada penelitian ini, terdapat efek pengendalian kadar GDP pada kelompok perlakuan susu kedelai-jahe (T2) dibanding kelompok kontrol (K). Namun demikian, ada beberapa catatan yang dapat dipertimbangkan sebagai kelemahan penelitian ini. Kami tidak menganalisis aktivitas antioksidan di dalam darah dari subyek penelitian, sehingga apakah manfaat dari susu kedelai-jahe terhadap pengendalian kadar GDP di penelitian ini dapat dijelaskan melalui peningkatan fungsi antioksidan tubuh, masih belum jelas. Selanjutnya apabila dilihat dari hasil yang ada, sebanyak 75% kelompok kontrol (K) meningkat kadar GDP, sedangkan sebanyak 67% di kelompok T2 menurun kadar GDP-nya, nampaknya belum mampu menjelaskan bahwa perbedaan kadar GDP setelah intervensi merupakan efek mutlak dari susu kedelai-jahe. Secara menyeluruh penelitian ini menunjukkan bahwa susu kedelai-jahe berpotensi mencegah kenaikan kadar GDP pada wanita premenopause dengan Prediabetes. Akan tetapi penelitian lebih lanjut masih diperlukan, disertai dengan menganalisis parameter-parameter yang memediasi efek terhadap glukosa darah (seperti contohnya: kadar isoflavon darah, kadar SOD darah, kadar insulin, kadar hormone yang meregulasi nafsu makan, GLP-1), durasi waktu penelitian yang lebih panjang untuk mengetahui efek jangka panjang.

## SIMPULAN

Kapasitas antioksidan susu kedelai-jahe lebih tinggi dibandingkan susu kedelai (tanpa ditambahkan jahe). Setelah perlakuan selama 14 hari, rerata kadar GDP pada kelompok T2 lebih rendah dibanding kelompok kontrol (K). Susu kedelai-jahe berpotensi mengendalikan kadar GDP.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Ibu-ibu yang bekerja di Kantor Walikota Semarang yang bersedia berpartisipasi di penelitian ini. Studi ini didukung oleh Universitas Diponegoro (Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat) bekerjasama dengan Pemerintah Provinsi Jawa Tengah melalui skim penelitian Dosen Muda.

**DAFTAR PUSTAKA**

1. Ramachandran A, Snehalatha C, Shetty AS, Nanditha A. Trends in prevalence of diabetes in Asian countries. *World J Diabetes*. 2012;3(6):110.
2. Kementerian Kesehatan RI. Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) Tahun 2018. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI; 2018.
3. Rydén L, Grant PJ, Anker SD, Berne C, Cosentino F, Danchin N, et al. ESC guidelines on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases developed in collaboration with the EASD-summary. *Diab Vas Dis Res*. 2014;11(3):133-73.
4. Tabák AG, Herder C, Rathmann W, Brunner EJ, Kivimäki M. Prediabetes: a high-risk state for diabetes development. *The Lancet*. 2012;379(9833):2279-90.
5. Abdul-Ghani MA, DeFronzo RA. Plasma glucose concentration and prediction of future risk of type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2009;32(suppl 2):S194-S8.
6. Yunir E, Waspadji S, Rahajeng E. The pre-diabetic epidemiological study in Depok, West Java. *Acta Med Indones*. 2009;41(4):181-5.
7. Soewondo P, Pramono LA. Prevalence, characteristics, and predictors of pre-diabetes in Indonesia. *MJI*. 2011;20(4):283.
8. Tuso P. Prediabetes and lifestyle modification: time to prevent a preventable disease. *The Permanente Journal*. 2014;18(3):88.
9. Lacroix IM, Li-Chan EC. Overview of food products and dietary constituents with antidiabetic properties and their putative mechanisms of action: a natural approach to complement pharmacotherapy in the management of diabetes. *Mol Nutr Food Res*. 2014;58(1):61-78.
10. Gilbert ER, Liu D. Anti-diabetic functions of soy isoflavone genistein: mechanisms underlying its effects on pancreatic  $\beta$ -cell function. *Food Funct*. 2013;4(2):200-12.
11. Chang JH, Kim MS, Kim TW, Lee SS. 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):152-7.
12. Jiang S, Cai W, Xu B. Food quality improvement of soy milk made from short-time germinated soybeans. *Foods*. 2013;2(2):198-212.
13. Arzati MM, Honarvar NM, Saedisomeolia A, Anvari S, Effatpanah M, Arzati RM, et al. The effects of ginger on fasting blood sugar, hemoglobin A1c, and lipid profiles in patients with type 2 diabetes. *International journal of endocrinology and metabolism*. 2017;15(4).
14. Molyneux P. The use of the stable radical Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarinn Journal of Science and Technology*. 2003;26.
15. Baecke JA, Burema J, Frijters J. A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. *Am J Clin Nutr*. 1982;36(5):936-42.
16. Organization WH. Definition and diagnosis of diabetes mellitus and intermediate hyperglycaemia: report of a WHO/IDF consultation. 2006.
17. Newsholme P, Brennan L, Bender K. Amino acid metabolism,  $\beta$ -cell function, and diabetes. *Diabetes*. 2006;55(Supplement 2):S39-S47.
18. Gardner CD, Messina M, Kiazand A, Morris JL, Franke AA. Effect of two types of soy milk and dairy milk on plasma lipids in hypercholesterolemic adults: a randomized trial. *Journal of the American College of Nutrition*. 2007;26(6):669-77.
19. Setiawan B, Suhartono E. Stres oksidatif dan peran antioksidan pada diabetes melitus. *Majalah Kedokteran*. 2005;55(2):86-90.
20. Shim J-S, Oh K, Kim HC. Dietary assessment methods in epidemiologic studies. *Epidemiology and health*. 2014;36.
21. Liu Z-m, Chen Y-m, Ho SC, Ho YP, Woo J. Effects of soy protein and isoflavones on glycemic control and insulin sensitivity: a 6-mo double-blind, randomized, placebo-controlled trial in postmenopausal Chinese women with prediabetes or untreated early diabetes. *The American journal of clinical nutrition*. 2010;91(5):1394-401.