

PENGARUH KENDALI GLUKOSA TERHADAP KADAR KALSIUM SERUM PADA PENDERITA DM TIPE 2 DI MALANG RAYA

Ananda Kumala Ansar, Dewi Martha Indria, Rahma Triliana*
Fakultas Kedokteran Universitas Islam Malang

ABSTRAK

Pendahuluan: Diabetes melitus merupakan gangguan metabolisme glukosa yang dapat menyebabkan komplikasi berupa kerusakan fungsi organ apabila pasien tidak dapat mengendalikan kadar glukosanya. Efek dari kerusakan fungsi organ tersebut dapat berakibat pada gangguan metabolisme mikronutrisi salah satunya kalsium. Penurunan kalsium pada penderita DM akan menurunkan sensitivitas insulin. Penelitian mengenai peran kendali glukosa DM tipe 2 di Indonesia terhadap kadar serum kalsium belum pernah dilakukan. Oleh sebab itu, perlu dilakukannya penelitian tersebut, khususnya di Kota Malang.

Metode: Desain penelitian *cross sectional control group post test only*. Metode pengambilan responden menggunakan *purposive non random sampling* sejumlah 40 responden yang terdiri dari kelompok glukosa terkontrol ($n=15$) dan tidak terkontrol ($n=25$). Masing-masing kelompok akan diperiksa kadar kalsium serum menggunakan *Atomic Absorption Spectrofotometry* (AAS). Data dianalisa menggunakan uji *T-Test Independent* yang dilanjutkan dengan uji korelasi *Pearson* dengan tingkat signifikansi $p<0,05$.

Hasil: Kadar kalsium pada pasien DM tipe 2 kelompok terkontrol $4,25\pm1,54$ mg/dL lebih tinggi dari DM tipe 2 kelompok tidak terkontrol $3,32\pm1,43$ mg/dL dengan nilai signifikansi $p=0,404$. Kendali glukosa berkorelasi sedang terhadap kadar kalsium serum dengan nilai korelasi $r=-0,358$ dan signifikansi $p=0,03$.

Kesimpulan: Kendali glukosa berkorelasi sedang terhadap kadar kalsium serum.

Kata Kunci: Kendali Glukosa, Kalsium Serum, Diabetes Melitus

Korespondensi:

*Rahma Triliana, M.D., Ph.D

Jl. MT. Haryono 193 Malang, Jawa Timur, Indonesia, 65144

Telp +62(341)578920, Alamat e-mail : rahmatriliana@unisma.ac.id

THE EFFECT OF GLYCEMIC CONTROL ON SERUM CALCIUM LEVEL TYPE 2 DM PATIENT IN MALANG

Ananda Kumala Ansar, Dewi Martha Indria, Rahma Triliana*
Faculty of Medicine University of Islam Malang

ABSTRACT

Introduction : Diabetes mellitus (DM) is a glucose metabolism disorder that is able to cause organ damage if the patient has inadequate glycemic control. Organ damage in patient with DM leads to micronutrient metabolism disorder includes calcium. Decreased serum calcium level in DM patient could reduce the insulin sensitivity. The effect of glycemic control in type 2 DM on calcium serum level in Indonesia has never been studied. Therefore, further research is needed, especially in Malang City.

Method : A cross sectional study with control group post-test-only design was conducted using purposive non-random sampling. Total subject was 40 patients consist of 15 patients with good glycemic control and 25 with poor glycemic control. Each group examined for serum calcium level using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). Data were analyzed by using Independent T-Test followed by Pearson correlation test with a significance level of $p < 0.05$

Results : Calcium level in type 2 DM patients with good glycemic control ($4,25\pm1,54$ mg/dL) were higher than poor glycemic control ($3,32\pm1,43$ mg/dL) with signifikasi $p=0,404$. Glycemic control is moderately correlated on serum calcium with correlation level $r=-0,358$ and signification level $p=0,03$.

Conclusion : Glycemic control in type 2 diabetes mellitus moderate correlated with serum calcium level.

Keywords: Glycemic control in type 2 DM is moderately correlated with serum calcium level.

Correspondence author:

*Rahma Triliana, M.D., Ph.D

Jl. MT. Haryono 193 Malang City, East Java, Indonesia, 65144

Phone +62(341)578920, e-mail address : rahmatriliana@unisma.ac.id

PENDAHULUAN

Diabetes Melitus (DM) merupakan kondisi peningkatan kadar gula darah (hiperglikemi) akibat resistensi atau defisiensi insulin¹. Data dari *World Health Organization* (WHO) mengatakan bahwa secara global sejumlah 422 juta jiwa orang dewasa didiagnosa menderita penyakit DM di tahun 2014, berbeda pada tahun 1980 terdapat 108 juta jiwa terdiagnosa penyakit DM². Hasil ini menunjukkan bahwa prevalensi global DM meningkat hampir dua kali lipat dari 4,7% menjadi 8,5% pada populasi orang dewasa². Selama 10 tahun terakhir, jumlah penderita DM meningkat lebih cepat di negara berpenghasilan rendah dan menengah dari pada negara berpenghasilan tinggi².

Indonesia tercatat menempati urutan ke-4 jumlah penderita DM terbesar di dunia setelah India, China dan Amerika Serikat³. Menurut data dari Dinas Kesehatan Kota Malang pada tahun 2014, DM menempati urutan ke-4 jumlah penyakit terbanyak⁴.

Penyakit DM tipe 2 merupakan kasus terbanyak dari penderita DM⁵. Usia, gaya hidup yang tidak sehat, genetik, obesitas merupakan faktor DM tipe 2⁴. Penderita DM tipe 2 sering tidak memerhatikan kondisi kesehatannya sehingga muncul komplikasi akut dan kronis akibat kendali glukosa yang buruk seperti kegagalan fungsi organ yaitu nefropati diabetik, neuropati diabetik, retinopati diabetik dan gastropati diabetik⁶. Efek dari gangguan fungsi organ tersebut dapat berakibat pada gangguan metabolisme mikronutrisi salah satunya kalsium.

Kalsium (Ca) adalah mikronutrisi esensial yang berfungsi untuk mempertahankan fungsi normal sel seperti transmisi impuls saraf, stabilisasi membran sel dan *intracellular signaling* termasuk sekresi insulin dari sel beta pancreas⁷. Sumber kalsium didapatkan melalui hewani seperti ikan, udang, susu dan produk bahan olahan susu, kuning telur dan daging sapi⁸. Selain itu, sumber kalsium melalui nabati bisa didapatkan di sayuran seperti sawi, bayam, brokoli, daun singkong dan kacang-kacangan seperti kacang kedelai, kacang merah, tempe dan tahu⁹.

Makanan yang mengandung kalsium akan diserap di usus halus oleh bantuan 1,25 dihidroksikolekalsiferol (Vitamin D3) dan hormon paratiroid⁷. Kalsium yang telah diserap akan berikatan dengan albumin (protein) dan diangkut dalam darah untuk fungsi sel dan disimpan di tulang sebagai kalsium fosfat¹⁰. Pada pasien DM tipe 2 dengan kendali glukosa yang buruk dapat mengalami gangguan absorpsi vitamin D sehingga kadar kalsium menurun dan mengakibatkan hipokalsemia⁷. Oleh sebab itu, kendali glukosa pada penderita DM tipe 2 perlu diperhatikan.

Penderita DM tipe 2 dengan hipokalsemia diketahui memiliki kadar glukosa lebih tinggi¹¹. Penelitian Hassan *et al* tahun 2016 juga

menunjukkan bahwa Penderita DM tipe 2 dengan kadar kalsium yang menurun mengalami kadar glukosa yang lebih tinggi dengan kendali glukosa yang buruk¹². Mekanisme terjadinya penurunan kalsium pada pasien DM masih belum diketahui sehingga perlu diteliti.

Penelitian mengenai hiperglikemia pada kendali glukosa DM tipe 2 di Indonesia pada kadar serum kalsium belum pernah dilakukan sehingga perlu dilakukannya penelitian tersebut, khususnya di Kota Malang.

METODE PENELITIAN

Desain, Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yang dilakukan dengan cara analitik observational dengan pendekatan *cross sectional* dan menggunakan desain *control group post test only* untuk mengetahui pengaruh kendali kadar glukosa darah terhadap kadar kalsium dalam darah pada pasien DM tipe 2 di Malang. Penelitian ini mendapatkan persetujuan kelayakan etik dari komisi etik Penelitian Kesehatan Universitas Muhammadiyah Malang dengan No.E.5a/20/KEPK-UMM/III/2019.

Penelitian ini dilaksanakan di Lingkungan Kampus Universitas Islam Malang, Universitas Brawijaya, dan Puskesmas Kota Malang, yang dimulai pada bulan April 2019.

Populasi dan Sampel Penelitian

Responden pada penelitian ini adalah seluruh pasien yang mempunyai ciri-ciri menderita DM tipe 2 di Malang. Teknik pengambilan sampel menggunakan teknik *purposive non random sampling*.

Kriteria inklusi dari penelitian ini adalah usia lebih dari 40 tahun, terdiagnosis DM dengan durasi lebih dari 5 tahun dan/atau 2-5 tahun. Kriteria eksklusinya adalah terdiagnosa DM tipe 1, menderita anemia sebelumnya, dan DM tipe 2 dengan riwayat penyakit lain. Riwayat penyakit lainnya adalah Koma Hiperosmolar keasidosis (KHONK), stroke, trauma ortopedi dengan operasi, gangguan ginjal, hepar, jiwa, dimensia, trauma kepala, serta penyakit kronis seperti dislipidemia dan hipertensi.

Responden penelitian yang dipilih adalah manusia dengan berjenis kelamin laki-laki dan perempuan, rentang usia diatas 40 tahun dan jumlah responden yang dijelaskan dibawah ini. Perhitungan jumlah sampel menggunakan rumus korelasi dengan tingkat kepercayaan satu arah sebesar 85%, variabilitas maksimal (P 0,5) dan presisi $\pm 5\%$ sehingga didapatkan jumlah responden penelitian adalah sebanyak 40 orang (Rumus 1).

$$n = \frac{Z^2 - 1 \cdot P \cdot (1-P)}{d^2} \quad (\text{Rumus 1})$$

Keterangan Rumus 1:

IK = interval kepercayaan

Z1- α = nilai Z satu arah untuk tingkat kepercayaan

Z1- $\alpha/2$ = nilai Z dua arah untuk tingkat kepercayaan

Z1- β = nilai Z untuk *power test*

Pemilihan responden

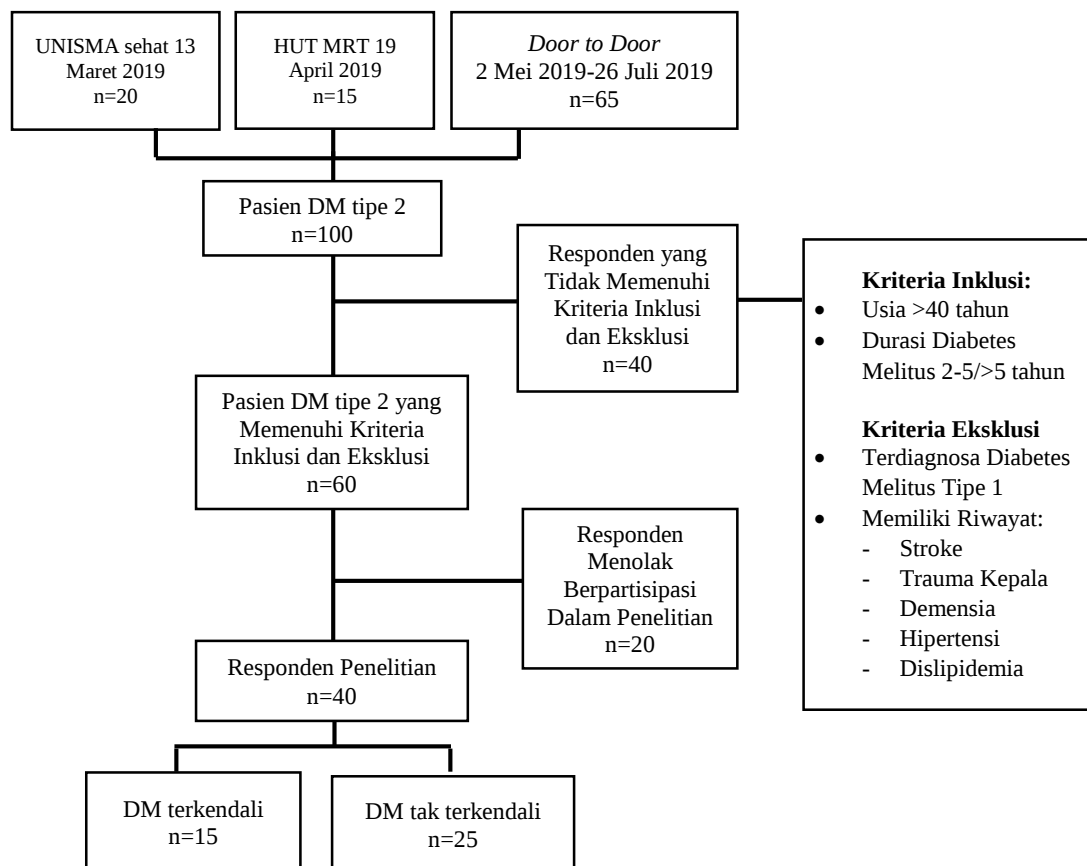
Pemilihan responden pada penelitian ini dengan cara pemberian *Pre Research Quesioner*. Penelitian ini diadakan di Universitas Islam Malang, Puskesmas Dinoyo, Puskesmas Ampelgading, dan Sumbermanjing kabupaten malang. Sebelum pengisian kuesioner, dilakukan pengisian lembaran persetujuan berupa *inform consent* kepada responden.

Responden akan dibagi menjadi 2 kelompok yaitu kendali glukosa baik dan kendali glukosa buruk. Pengelompokan sampel didasarkan atas kadar glukosa serumnya. Selain itu, responden juga telah diseleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi seperti (**Gambar 1**).

Pemeriksaan Glukosa Darah Acak

Dalam penelitian ini, responden akan dilakukan pemeriksaan gula darah acak menggunakan alat glukosameter. Responden dipersilahkan untuk mempersiapkan diri, peneliti mempersiapkan alat dan bahan seperti menggunakan *handscoon*, lalu mengoleskan alkohol disalah satu jari responden kemudian memasukkan *glucostick* pada glukosameter, kemudian menusukkan blood lancet ke jari responden. Saat keluar setetes darah,dekatkan darah pada *glucostick* dan tunggu alat menghitung hasil gula darah acak, setelah jumlah angka gula darah yang keluar.

Pengelompokan Responden Penelitian



Gambar 1. Diagram Alur Pemilihan Responden

Keterangan: Gambar diatas menjelaskan alur pemilihan responden penelitian pada penelitian ini. sampel didapatkan dari Program Penngelolaan Penyakit Kronis (PROLANIS) puskesmas dinoyo, dan rampal celaket, program UNISMA sehat rutin sabtu, bakti sosial HUT *Medical Rescue Team* (MRT) FK UNISMA, dan *door to door* dengan data yang didapatkan dari kader kesehatan desa Malang.

Pengambilan Sampel Darah Tepi

Pengambilan sampel darah tepi dilakukan melalui proses phlebotomy. Sampel darah yang didapatkan dipindahkan pada tabung non EDTA (*Ethylene Diamine Tetra Acid*) dan tabung EDTA. Tabung kemudian diberikan label yang berisi nama, register pasien, umur, tanggal dan waktu pengambilan darah. Pada tabung yang berisi EDTA dimasukkan dalam *Hemato Analyser* untuk melihat profil darah lengkap. Pada tabung non EDTA dilakukan sentrifugasi dengan kecepatan 3500 rpm (Rotasi Per Menit) selama 15 menit untuk mendapatkan serum darah. *Buffycoat* dibagian bawah tabung yaitu serum darah diambil menggunakan *micropipet* sebanyak 1.5 mL dan dipindahkan ke 2 tabung eppendorf masing masing sebanyak 0,75mL. kemudian simpan serum dikulkas dengan suhu -20°C

Pemeriksaan Kadar Kalsium Dalam Darah

Serum darah yang disiapkan dalam kulkas diambil dan diencerkan terlebih dahulu. Larutan standart kalsium disiapkan dengan menggunakan kalsium karbonat, dibagi menjadi dua larutan induk yaitu 100 rpm dan 200 rpm lalu diencerkan sampai mendapatkan larutan dengan konsentrasi 3;5;10;15;20;25 rpm. Serum darah yang telah diencerkan diambil sebanyak 1ml dan ditambahkan asam nitrat pekat sebanyak 1ml. Campuran larutan dikocok hingga terlihat bening. Larutan disaring menggunakan kertas saring dan filtrat dipindahkan kedalam labu ukur 25 ml. Kadar kalsium diukur menggunakan metode ASS dengan larutan standart konsentrasi 3;5;10;15;20;25 ppm (*Part Per Million*) pada panjang gelombang 422,7 nm (Nanometer).

Analisa Data Statistik

Data hasil sampel darah lengkap (DL), akan terlihat kondisi hiperglikemia dan non hiperglikemia pada masing-masing responden. Kemudian dilakukan pengelompokan dari kendali glukosa baik sebagai kelompok kontrol, kendali glukosa buruk sebagai kelompok perlakuan.

Uji normalitas data pengukuran menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov. Uji statistik menggunakan uji T test independent yakni uji komparatif atau uji beda untuk mengetahui adakah perbedaan mean atau rerata yang bermakna antara 2 kelompok bebas.

HASIL DAN ANALISA DATA

Karakteristik Responden Penelitian

Pada penelitian ini didapatkan 40 responden penelitian yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Alur pemilihan responden penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 1** Adapun karakteristik responden penelitian digambarkan dalam Pada penelitian ini didapatkan 40 responden penelitian yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Alur pemilihan responden penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 1**

Berdasarkan tabel 1, diperoleh data rata-rata kadar GDS (Gula Darah Sewaktu) dari kelompok kendali glukosa baik terbanyak adalah < 200mg/dl sedangkan pada kelompok kendali glukosa buruk memiliki kadar GDS terbanyak antara 200-300mg/dL. Berdasarkan analisa statistik, variabel ini memiliki distribusi data yang normal.. Hasil yang sama juga ditunjukkan pada karakteristik glukosa serum. Responden terbanyak pada kelompok kendali glukosa baik dan buruk adalah <200mg/mL dan ≥200mg/dl dengan data distribusi normal ($p>0,05$). Berdasarkan karakteristik usia responden, usia terbanyak kelompok kendali glukosa baik adalah 61-70 tahun berbeda dengan kelompok kendali glukosa buruk yang usia terbanyaknya adalah 51-60 tahun. Jenis kelamin terbesar pada kedua kelompok penelitian ini adalah perempuan dengan presentase masing – masing adalah 80% dan 52%. Pekerjaan terbanyak pada kelompok kendali glukosa baik adalah IRT (Ibu Rumah Tangga) sedangkan pekerjaan terbanyak pada kelompok kendali glukosa buruk adalah IRT dan wiraswasata. Pendidikan terbanyak pada kelompok kendali glukosa baik adalah SD (Sekolah Dasar) dan SMP dengan presentase 40% sedangkan pada kelompok kendali glukosa buruk adalah SMP (Sekolah Menengah Pertama) dengan presentase 44%. Karakteristik riwayat merokok kedua kelompok menunjukkan bahwa kedua kelompok sebagian besar tidak merokok. Persentase riwayat konsumsi alkohol terbesar pada kelompok kendali glukosa baik lebih kecil dibandingkan dengan kelompok kendali glukosa buruk. Responden kelompok kendali glukosa baik yang melakukan olahraga teratur sekitar 60% sedangkan kelompok kendali glukosa buruk sebesar 44%. Persentase riwayat konsumsi OAD (Obat Anti Diabetes) kelompok kendali glukosa baik dan kelompok kendali glukosa buruk adalah 80%. Berdasarkan uji normalitas karakteristik jenis kelamin, pekerjaan, tingkat pendidikan, riwayat kebiasaan merokok, alkoholik, olahraga, dan konsumsi OAD memiliki nilai $p<0,05$ yang artinya distribusi data tidak normal.

Tabel 1. Karakteristik Responden Penelitian

Karakteristik	Kendali Glukosa Baik n=15		Kendali Glukosa Buruk n=25	
	n	%	n	%
GDS				
Rata-rata	171,2±28,0*		317,0±98,3*	
<200 mg/dL	14	93%	4	16%
200-300 mg/dL	1	7%	10	40%
300-400 mg/dL	0	0%	8	32%
400-500 mg/dL	0	0%	3	12%
Glukosa Serum				
Rata-rata	158,1±28,4*		353,0±122,5*	
<200 mg/dL	14	93%	1	4%
200-300 mg/dL	1	7%	8	32%
300-400 mg/dL	0	0%	6	24%
400-500 mg/dL	0	0%	10	40%
Usia				
Rata-rata	61,9±9,0*		56,0±8,1*	
41-50	2	13%	8	32%
51-60	3	20%	9	36%
61-70	7	47%	7	28%
≥71	3	20%	1	4%
Jenis Kelamin				
Laki-laki	3	20%	12	48%
Perempuan	12	80%	13	52%
Pekerjaan				
Pegawai	1	7%	2	8%
Ibu Rumah Tangga (IRT)	5	33%	8	32%
Wiraswasta	3	20%	8	32%
Pembantu Rumah Tanga (PRT)	0	0%	1	4%
Petani	3	20%	2	8%
Pensiunan	3	20%	3	12%
Tidak Bekerja	0	0%	1	4%
Pendidikan				
TK	0	0%	1	4%
SD	6	40%	6	24%
SMP	6	40%	11	44%
SMA	2	13%	6	24%
Diploma	1	7%	0	0%
Sarjana	0	0%	1	4%
Riwayat Kebiasaan Merokok				
Ya	1	7%	4	16%
Tidak	14	93%	21	84%
Riwayat Kebiasaan Alkoholik				
Ya	1	7%	2	8%
Tidak	14	93%	23	92%
Riwayat Olahraga Teratur				
Ya	9	60%	11	44%
Tidak	6	40%	14	56%
Riwayat Konsumsi OAD				
Ya	12	80%	20	80%
Tidak	3	20%	5	20%

Keterangan: n, jumlah sampel; GDS, glukosa darah sewaktu; TK, taman kanak-kanak; SD, sekolah dasar; SMP, sekolah menengah pertama; SMA sekolah menengah atas; OAD, oral anti diabetes. Data diuji statistik menggunakan *chi-square* untuk membandingkan gula darah sewaktu, glukosa serum, dan usia. Data diuji statistik menggunakan statistik *Mann Whitney* untuk membandingkan jenis kelamin, pekerjaan, pendidikan, merokok, alkohol, olahraga, dan penggunaan OAD

Kadar Kalsium Pasien DM Tipe 2

Berdasarkan uji normalitas, kadar kalsium memiliki distribusi data normal sehingga pengujian selanjutnya menggunakan uji T independen. Perbedaan antara kadar kalsium antara kelompok glukosa kendali baik dan glukosa kendali buruk menggunakan uji T independen.

Kadar kalsium pada pasien DM tipe 2 kelompok terkontrol $4,25 \pm 1,54$ mg/dL lebih tinggi dari DM tipe 2 kelompok tidak terkontrol $3,32 \pm 1,43$ mg/dL yang berbeda tidak signifikan dengan nilai $p = 0,404$

Hasil Uji Korelasi Karakteristik Responden (Gula Darah, Usia, Jenis Kelamin, Pendidikan, Pekerjaan, Riwayat Konsumsi Alkohol, Riwayat Merokok, Riwayat Kebiasaan Olahraga dan Riwayat Konsumsi OAD) dengan Kadar Kalsium Serum

Korelasi karakteristik responden dengan kadar kalsium serum terdapat dalam **Tabel 2**, didapatkan karakteristik responden yang berbeda signifikan yaitu glukosa serum dan glukosa darah sewaktu dengan nilai signifikansi $p = 0,041$ dan $p = 0,03$. Adapun koefisien korelasinya adalah $r = 0,041^*$ dan $r = -0,358$. Pada karakteristik lain didapatkan korelasi positif pada karakteristik responden usia, pekerjaan, pendidikan, riwayat kebiasaan merokok, konsumsi alkohol, dan olahraga. Korelasi negatif didapatkan pada karakteristik responden jenis kelamin dan riwayat konsumsi OAD.

Tabel 2. Hasil Uji Korelasi dengan Pearson dan Spearman

Karakteristik Responden	Kadar Kalsium Serum (n=40)
Glukosa Darah Sewaktu ^a	$r = -0,325$ $p = 0,041^*$
Glukosa Serum ^a	$r = -0,358$ $p = 0,03^*$
Usia	$r = 0,295$ $p = 0,065$
Jenis Kelamin ^b	$r = -0,069$ $p = 0,67$
Pekerjaan ^b	$r = 0,268$ $p = 0,09$
Pendidikan ^b	$r = 0,189$ $p = 0,244$
Riwayat Kebiasaan Merokok ^b	$r = 0,147$ $p = 0,364$
Riwayat Kebiasaan Konsumsi Alkohol ^b	$r = 0,025$ $p = 0,88$
Riwayat Kebiasaan Olahraga ^b	$r = 0,022$ $p = 0,89$
Riwayat Konsumsi OAD ^b	$r = -0,013$ $p = 0,424$

Keterangan: Hasil analisa uji statistik korelasi antara karakteristik responden dan kadar kalsium penderita DM. a, Data statistik menggunakan uji korelasi pearson; b, Data statistik menggunakan uji korelasi spearman; * nilai signifikansi $p < 0,05$

PEMBAHASAN

Karakteristik Responden

Penelitian ini menggunakan desain *cross sectional* dengan responden penelitian sebanyak 40 orang dengan jenis kelamin laki - laki dan perempuan. Karakteristik responden jenis kelamin terhadap kendali glukosa tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Responden DMT2 lebih banyak berjenis kelamin perempuan dibandingkan dengan laki-laki. Hal ini diduga disebabkan oleh kadar estrogen pada perempuan yang dapat meningkatkan akumulasi lemak subkutan, Akumulasi lemak ini berpotensi mengganggu *insulin signaling*, Gangguan persinyalan insulin menyebabkan peningkatan kadar glukosa serum¹³. Teori ini sesuai dengan temuan Riskesdas 2018 yaitu prevalensi DM pada perempuan lebih banyak dibandingkan dengan laki-laki¹.

Rata-rata responden berusia > 50 tahun. Usia penderita DM dengan glukosa terkontrol dan tidak terkontrol, tidak memiliki perbedaan signifikan. Peningkatan stres oksidatif adalah salah satu faktor yang terjadi pada usia tua sehingga mengakibatkan penurunan kadar antioksidan. Peningkatan stres oksidatif inilah yang dapat mengganggu persinyalan insulin intraseluler sehingga terjadi resistensi insulin, Resistensi insulin ini dapat berkembang menjadi DMT2¹⁴.

Jenis pekerjaan terbanyak adalah IRT. Berdasarkan uji beda didapatkan hasil yang signifikan antara pekerjaan di kedua kelompok. Jenis pekerjaan dapat mempengaruhi aktivitas sehari-hari. Tingginya aktivitas seseorang meningkatkan sensitivitas insulin sehingga menurunkan risiko terhadap DM. Hasil ini didukung oleh penelitian Ikasari, dkk 2019 yang menyebutkan bahwa jenis pekerjaan tidak berhubungan dengan kendali glukosa^{15,16}.

Tingkat pendidikan responden antara kelompok terkontrol dan tidak terkontrol terdapat perbedaan signifikan pada penderita DMT2. Tingkat pendidikan mempengaruhi seseorang untuk menganalisa dan mengimplementasikan informasi kesehatan yang diperoleh sehingga dapat mengendalikan kadar glukosa, Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan di RSUD Jepara. Penelitian oleh Yulisetyaningrum, dkk tahun 2018 membuktikan bahwa tingkat pendidikan meningkatkan kepatuhan diet penderita DM sehingga dapat mengatur kadar glukosa darah¹⁷.

Pada penelitian ini olahraga teratur tidak mempengaruhi kendali glukosa. Berdasarkan teori, olahraga merupakan terapi yang tepat untuk manajemen DM, Peningkatan aktivitas fisik dapat meregulasi kadar glukosa darah dengan cara meningkatkan sensitivitas insulin¹⁸.

Pada penelitian ini aktivitas ini tidak berbeda signifikan, Hal ini dapat disebabkan oleh faktor pekerjaan. Pada pekerjaan IRT atau pekerjaan yang terlalu sibuk membuat penderita DM tidak sempat

untuk berolahraga. Penelitian ini memiliki hasil yang sama seperti di Malaysia yang membuktikan bahwa aktivitas fisik tidak berhubungan dengan kendali glukosa¹⁹.

Riwayat alkohol berbeda signifikan dengan kendali glukosa penderita DM. Berdasarkan teori alkohol dapat menurunkan sekresi insulin dari sel beta pankreas. Selain itu, alkohol dapat meningkatkan resistensi insulin di jaringan perifer²⁰.

Riwayat merokok pada penderita DM dengan glukosa terkontrol dan tidak terkontrol, berbeda signifikan. Rokok diketahui memiliki radikal bebas yang dapat mengganggu persinyalan insulin. Gangguan persinyalan insulin ini dapat menyebabkan resistensi insulin sehingga meningkatkan kadar glukosa serum¹⁹. Namun, penelitian lain memiliki hasil yang berbeda, penelitian tersebut menunjukkan bahwa riwayat merokok tidak berhubungan dengan kendali glukosa penderita DM. Perbedaan ini diduga karena perbedaan intensitas merokok pada setiap responden penelitian.

Riwayat konsumsi OAD mempengaruhi kendali glukosa penderita DM. Karena untuk mengendalikan kadar glukosa darah diperlukan konsumsi OAD yang rutin. Konsumsi OAD yang rutin dapat menjaga kadar glukosa < 200mg/dL²¹. Hasil penelitian ini dibuktikan dengan penelitian Ahmad, dkk 2014 yang menunjukkan konsumsi OAD berhubungan dengan kendali glukosa¹⁹.

Peran Kendali Glukosa Terhadap Kadar Kalsium Serum Pasien Diabetes Melitus Tipe 2

Kadar kalsium kelompok kendali glukosa baik dan kelompok kendali glukosa buruk berbeda signifikan. Kadar kalsium serum kelompok kendali glukosa buruk lebih rendah dibandingkan kelompok kendali glukosa baik. Temuan ini menunjukkan bahwa kendali glukosa berperan terhadap regulasi kadar kalsium serum.

Pasien DM berisiko mengalami gagal ginjal akut akibat depleksi volume. Pada kondisi gagal ginjal, fosfor tidak dapat diekskresikan sehingga menyebabkan hiperfosfatemia, Kondisi hiperfosfatemia ini dapat menginduksi hipokalsemia. Fosfat berikatan dengan ion kalsium dan melepas kalsium dari intravaskuler. Gagal ginjal kronis juga dapat menyebabkan kondisi hipokalsemia akibat hiperfosfatemia atau defisiensi vitamin D dalam darah. Hal ini disebabkan vitamin D berperan terhadap absorpsi kalsium dari usus, resorpsi tulang, dan reabsorpsi kalsium di ginjal. Selain itu, kondisi hipomagnesemia juga dapat menyebabkan hipokalsemia pada penderita DM. Defisiensi ion magnesium mengganggu sekresi hormon paratiroid sehingga dapat menyebabkan hipokalsemia¹⁰.

Kadar kalsium serum normal adalah 8,8-10,4 mg/dL. Namun, pada penelitian ini kadar kalsium

penderita DM kendali glukosa baik adalah $4,25 \pm 1,54$ mg/dL. Hal ini disebabkan karena sampel yang terlalu lama disimpan sehingga mengalami hemolisis dan mempengaruhi kadar kalsium didalamnya. Pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengukuran dengan lebih cepat sehingga tidak terjadi hemolisis.

Hubungan antara Karakteristik Responden dengan Kadar Kalsium Serum

Pada penelitian ini kadar kalsium berkorelasi sedang dengan kadar glukosa. Hasil penelitian ini didukung penelitian oleh Sun G, dkk 2005²². Penelitian tersebut yang menyatakan bahwa gangguan dari kadar kalsium berkorelasi dengan abnormalitas glukosa, resistensi insulin, dan penurunan fungsi sel beta pankreas²². Selain itu, penelitian lain juga menyatakan bahwa peningkatan HbA1c pada DMT2 diikuti oleh penurunan kadar kalsium serum terutama pada pasien dengan kendali glukosa tidak terkontrol^{12,23}.

Metabolisme kalsium dipengaruhi oleh hormon paratiroid (PTH), 1,25 dihidroksikolekalsiferol (Vitamin D3) dan kalsitonin. PTH bekerja dengan cara meningkatkan penyerapan kalsium melalui gastrointestinal, stimulasi degradasi simpanan kalsium di tulang dan mengakibatkan ginjal mengsekresikan fosfor lebih banyak lagi²⁴. Vitamin D dan hormon PTH mengatur kadar kalsium di tulang dan di ginjal melalui adsorpsi dari saluran gastrointestinal²⁵. Sedangkan, hormon kalsitonin bekerja menurunkan kadar kalsium dengan mendeposit kalsium ke dalam tulang²⁶.

Ketika kadar kalsium serum mengalami penurunan, kelenjar paratiroid akan menyekresi PTH kedalam darah dan berikatan dengan reseptor ditulang. Proses ini menyebabkan resorpsi mineral tulang sehingga mengakibatkan kalsium dilepaskan dari tulang. Selain itu, PTH menstimulasi ginjal untuk merangsang pembentukan kalsitriol ($1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$), kalsitriol menuju ke usus merangsang sintesis *Calcium Binding Protein* (Calbindin) yang akan mengikat Ca^{25} .

Untuk meningkatkan kadar kalsium di cairan ekstraseluler, PTH dan kalsitriol menurunkan ekskresi kalsium melalui reabsorpsi kembali kalsium dalam ginjal. Hal sebaliknya terjadi saat kadar kalsium tinggi. Kelenjar paratiroid menyekresikan PTH dengan jumlah yang sedikit sehingga terjadi penurunan vitamin D, Penurunan vitamin D menyebabkan menurunnya proses absorpsi kalsium. Selain itu, kalsium dalam serum menstimulasi kelenjar tiroid agar menyekresi kalsitonin untuk mereabsorpsi tulang dan reabsorpsi ginjal, dalam proses ini kadar kalsium kembali normal²⁴.

Korelasi antar karakteristik responden dengan kadar kalsium serum didapatkan kadar signifikan hanya pada kendali glukosa. Hal ini diduga disebabkan oleh jumlah sampel yang sedikit.

Penelitian ini berlangsung selama 4 bulan dengan jumlah responden sebesar 40 orang. Jumlah responden yang sedikit dapat mempengaruhi signifikansi dari penelitian ini. Sehingga perlu penelitian lebih lanjut dengan sampel yang lebih banyak. Selain itu, pada penelitian ini kendali glukosa ditentukan menggunakan kadar glukosa darah sehingga kurang sensitif sehingga perlu menggunakan pemeriksaan kadar HbA1c. HbA1c memiliki sensitivitas dan spesifisitas yang lebih tinggi dalam mendeteksi kendali glukosa dibandingkan dengan glukosa darah.

KESIMPULAN

Hasil penelitian dan pembahasan ini dapat disimpulkan bahwa kendali glukosa cenderung berkorelasi terhadap kadar kalsium serum.

SARAN

Perlu penelitian lebih lanjut untuk mengukur kendali glukosa melalui pemeriksaan kadar HbA1c untuk meningkatkan spesifisitas dan sensitivitas pengukuran kendali glukosa. Perlu menanyakan pola makan responden karena mempengaruhi kadar glukosa dalam darah. Selain itu, perlu menambah jumlah responden karena jumlah 40 responden kurang mewakili penelitian.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada ikatan orangtua mahasiswa (IOM) yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kemenkes. Waspada Diabetes Eat well Live well. Infodatin. 2014;1–7.
2. WHO. Global Report On Diabetes. France: World Health Organization; 2016.
3. WHO. Global status report on noncommunicable diseases. Geneva; 2010.
4. Cho, H.H, Kirigia J, Mbanya JC, Ogustova K, Guariguta L, Rathmann W. IDF Diabetes Atlas. Belgium: International Diabetes Federation; 2017. 1-20 hal.
5. Dinkes Malang. Profil Kota Malang Tahun 2014. Malang: Dinas Kesehatan Kota Malang; 2014. hal. 1–153.
6. Fowler MJ. Microvascular and Macrovascular Complications of Diabetes. Clin DIABETES. 2008;26(2):77–82.
7. Pittas Antassios G, Lau Joseph, Hu Frank, Dawson-Hughes B. The Role of Vitamin D and Calcium in type 2 diabetes. A systematic Review and Meta-Analysis. Journal Clin Endocrinol Metab. 2017;92:2017–29.
8. Shita ADP, Sulistyani S. Pengaruh Kalsium Terhadap Tumbuh Kembang Gigi Geligi Anak. Stomatognatic. 2010;7:40–4.

9. Azrimaidaliza A. Asupan Zat Gizi Dan Penyakit Diabetes Mellitus. *Andalas J Public Heal*. 2011;6(1):1–6.
10. Ahn C, Kang J, Jeung E. Calcium homeostasis in diabetes mellitus. *J Vet Sci* 2017;. 2017;18(May):261–6.
11. Hodgkin MN, Hills CE, Squires PE. The calcium-sensing receptor and insulin secretion: a role outside systemic control 15 years on. *Hypothesis*. 2008;199:1–4.
12. Hassan SAEI, Elsheikh WAR, Rahman NIA, ElBagir NM. Serum Calcium Levels in Correlation with Glycated Hemoglobin in Type 2 Diabetic Sudanese Patients. *Adv Diabetes Metab*. 2016;4(4):59–64.
13. Brown L, Clegg D. Central Effects of Estradiol in the Regulation of Adiposity LM. *J Steroid Biochem Mol Biol*. 2010;122(1):65–73.
14. Evans JL. Aging and Insulin Resistance: Just Say iNOS. *Diabetes*. 2013;62(1):346–8.
15. Ikasari NLN, Pramesti FA, Triliana R. Peran Kendali Glukosa Terhadap Kadar Vitamin D Serum pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di Malang. *J Bio Komplementer Med*. 2019;6(3):1–8.
16. Annor FB, Roblin DW, Okosun IS, Goodman M. Diabetes & Metabolic Syndrome : Clinical Research & Reviews Work-related psychosocial stress and glycemic control among working adults with diabetes mellitus. *Diabetes Metab Syndr Clin Res Rev [Internet]*. *Diabetes India*; 2015;9(2):1–6. Diambil dari: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsx.2015.02.003>
17. Yulisetyaningrum, Mardiana SS, Susanti D. Hubungan Tingkat Pendidikan dan Pengetahuan Tentang Diet DM dengan Kepatuhan Diet Pasien Diabetes Mellitus di RSUD R.A Kartini Jepara. *Indones J Perawat*. 2018;3:44–50.
18. Hamasaki H. Daily physical activity and type 2 diabetes : A review. *World J Diabetes*. 2016;7(12):243–51.
19. Ahmad NS, Islahudin F, Paraidathathu T. Factors associated with good glycemic control among patients with type 2 diabetes mellitus. *J Diabetes Investig*. 2014;5(5):563–9.
20. Steiner JL, Crowell KT, Lang CH. Impact of Alcohol on Glycemic Control and Insulin Action. *Biomolecules*. 2015;5(1):2223–46.
21. Nanda OD, Wiryanto RB, Triyono EA. Hubungan Kepatuhan Minum Obat Anti Diabetik dengan Regulasi Kadar Gula Darah pada Pasien Perempuan Diabetes Mellitus Relationship between Antidiabetic Drugs Consumption and Blood Glucose Level Regulation for Diabetes Mellitus Female Patients. *Amerta Nutr*. 2018;2(4):340–8.
22. Sun G, Vasdev S, Martin GR, Gadag V, Zhang H. Altered Calcium Homeostasis Is Correlated With Abnormalities of Fasting Serum Glucose, Insulin Resistance, and β -Cell Function in the Newfoundland Population. *Diabetes*. 2005;54(1):3336–40.
23. Zhu J, Xun P, Bae JC, Kim JH, Kim DJ, Yang K, et al. Circulating calcium levels and the risk of type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Br J Nutr*. 2019;122(4):376–87.
24. Blaine J, Chonchol M, Levi M. Renal Control of Calcium, Phosphate, and Magnesium Homeostasis. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2015;10(10):1257–72.
25. Martins JS, Palhares M de O, Ramos MG. Vitamin D Status and Its Association with Parathyroid Hormone Concentration in Brazilians. *J Nutr Metab*. 2017;2017:9056470.
26. Hryhorczuk C, Sharma S, Fulton SE. Metabolic disturbances connecting obesity and depression. *Front Neurosci*. 2013;7(October):1–14.