

HUBUNGAN ASUPAN MAGNESIUM DAN ASUPAN ZINK DENGAN KADAR GLUKOSA DARAH PUASA PADA LANJUT USIA DI KECAMATAN JUWIRING KABUPATEN KLATEN*Relationship Between Magnesium Intake, Zinc Intake with Fasting Blood Glucose Levels in Elderly at Juwiring district, Klaten Regency***Aruni Aruan¹, Anik Lestari², Eti Pancorini Pamungkasari²**¹Departemen Gizi, Poltekkes Kemenkes Jakarta II, Jakarta²Fakultas Kedokteran, Universitas Sebelas Maret, Surakarta

E-mail: aruniaruan.abz@gmail.com

Diterima: 03-08-2022

Direvisi: 07-02-2023

Disetujui terbit: 21-08-2023

ABSTRACT

The elderly population in the world and Indonesia continues to increase. The increased population of elderly is a positive achievement of government programs in the health sector but it creates new problems because the elderly are more susceptible to degenerative diseases due to decreased organ function. One of the degenerative diseases is diabetes. Diabetes is a chronic metabolic disease characterized by elevated blood sugar levels. This study aims to determine the relationship between magnesium intake, and zinc intake with fasting blood glucose levels in the elderly in Juwiring District, Klaten Regency. The subjects of this study were elderly in Juwiring District. Samples were taken using a multistage random sampling technique and obtained from 158 people. Characteristic data (gender, age, and education) were obtained from interviews. Magnesium and zinc intake were obtained from interviews using a recall 24 and a semi-quantitative food frequency questionnaire (SQ-FFQ). Fasting blood sugar data were obtained from blood sugar examination using a glucometer, the subject had been conditioned to fast for 8 hours. Statistical analysis using Pearson product-moment. the results showed that there was a relationship between magnesium intake ($p=0.02$, $r=-0.249$) and zinc intake ($p=0.04$, $r=-0.229$) with fasting blood sugar levels. It is recommended that the elderly adjust their diet by consuming food sources of magnesium and zinc.

Keywords: magnesium intake, zinc intake, fasting sugar levels, elderly**ABSTRAK**

Peningkatan populasi lansia merupakan capaian positif program pemerintah dalam sektor kesehatan namun hal tersebut menimbulkan masalah baru dikarenakan lansia lebih rentan terhadap penyakit degeneratif yang disebabkan penurunan fungsi organ tubuh. Salah satu penyakit degeneratif tersebut adalah diabetes. Diabetes adalah penyakit metabolik kronis yang ditandai dengan peningkatan kadar gula darah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan asupan magnesium, asupan zink dengan kadar glukosa darah puasa pada lanjut usia di wilayah Kecamatan Juwiring, Kabupaten Klaten. Subjek penelitian ini yaitu lansia di wilayah Kecamatan Juwiring. Sampel diambil menggunakan teknik *multistage random sampling* dan didapatkan 158 orang. Data karakteristik (jenis kelamin, usia, dan pendidikan) didapatkan dari wawancara secara langsung. Data asupan magnesium dan zink subjek diperoleh dari wawancara menggunakan kuesioner *recall 24* dan *semi quantitativ food frequency questionnaire* (SQ-FFQ). Data gula darah puasa didapatkan dari pemeriksaan gula darah menggunakan glukometer yang sebelumnya subjek telah dikondisikan untuk berpuasa selama 8 jam. Analisa statistik menggunakan korelasi *pearson product moment*. Kesimpulan dari penelitian ini yaitu terdapat hubungan antara asupan magnesium ($p=0,02$, $r=-0,249$) dan asupan zink ($p=0,04$, $r=-0,229$) dengan kadar gula darah puasa. Disarankan lansia untuk mengatur pola makan dengan mengonsumsi makanan sumber magnesium dan zink.

Kata kunci: asupan magnesium, asupan zink, gula darah puasa, lansia

Doi: 10.36457/gizindo.v46i2.734

www.persagi.org/ejournal/index.php/Gizi_Indon

PENDAHULUAN

Populasi lanjut usia (lansia) di dunia meningkat setiap tahunnya. Berdasarkan data *World Health Organization* (WHO) menunjukkan, populasi lansia di dunia mencapai 901 juta orang pada tahun 2015 atau 12 persen dari total populasi dunia.¹ Populasi lansia diprediksi akan meningkat dua kali lipat menjadi 2,1 miliar (22%) pada tahun 2050.² Badan Pusat Statistik (BPS) 2018 juga menyatakan prevalensi lansia di Indonesia mengalami peningkatan dua kali lipat dalam kurun waktu 50 tahun terakhir (1971-2018). Pada tahun 2018, prevalensi lansia mencapai 9,27 persen atau sekitar 24,49 juta orang dan diprediksi mengalami kenaikan mencapai 20 persen pada tahun 2045.³

Peningkatan populasi lansia merupakan capaian positif program pemerintah khususnya dalam sektor kesehatan, perumahan, dan sanitasi. Namun demikian, seiring dengan bertambahnya populasi lansia, kelompok usia tersebut lebih rentan terhadap penyakit degeneratif karena penurunan fungsi organ tubuh yang sulit dihindari. Salah satu penyakit degeneratif yang diderita oleh lansia yaitu diabetes.^{4,5}

Diabetes adalah penyakit metabolik kronis yang ditandai dengan peningkatan kadar glukosa darah (atau gula darah), yang menyebabkan kerusakan serius pada jantung, pembuluh darah, mata, ginjal, dan saraf.⁶ Pada umumnya diabetes tipe 2 merupakan jenis diabetes yang paling umum dialami oleh usia dewasa hingga lansia⁴. Diabetes tipe 2 *non-insulin-dependent diabetes mellitus* (NIDDM) terjadi karena adanya resistensi insulin dan kegagalan sel β pankreas untuk memproduksi insulin.⁷

WHO menyatakan diabetes menjadi salah satu dari empat penyakit tidak menular utama penyebab kematian di Dunia. Pada tahun 2019, diabetes menjadi penyebab langsung dari 1,5 juta kematian dan 48 persen dari seluruh kematian akibat diabetes terjadi sebelum usia 70 tahun.⁸

Hasil Riskesdas 2018 menunjukkan prevalensi diabetes menurut diagnosis dokter untuk usia ≥ 15 tahun di Indonesia yaitu sebesar 2 persen. Prevalensi diabetes ini meningkat dibandingkan tahun 2013 yaitu sebesar 1,5 persen. Berdasarkan konsensus

Perkumpulan Endokrinologi Indonesia (PERKENI) menyatakan terjadi peningkatan prevalensi DM dari 6,9 persen tahun 2013 menjadi 8,9 persen pada tahun 2018 dengan prevalensi DM tertinggi yaitu pada rentang usia yaitu 55-64 tahun (6,3%), 65-74 tahun (6%), dan >75 (7,5%).⁹

Organisasi IDF (*International Diabetes Federation*) mengungkapkan prevalensi diabetes di dunia meningkat seiring dengan bertambahnya usia penduduk. Prediksi lain menunjukkan bahwa jumlah kasus diabetes yang terdiagnosis pada usia 65 tahun akan meningkat 4,5 kali lipat antara tahun 2005 hingga 2050.¹⁰

Kasus baru Diabetes Melitus (DM) khususnya di Kecamatan Juwiring, Kabupaten Klaten yang menjadi lokasi penelitian juga mengalami peningkatan. Pada tahun 2017 terdapat 355 kasus DM dan pada tahun 2018 mengalami peningkatan jumlah kasus sebanyak 544 kasus atau mengalami peningkatan sebanyak 56,06 persen.¹¹

Lansia lebih rentan terhadap diabetes, hal tersebut dikarenakan proses penuaan mengganggu sekresi insulin dari sel sebagai respons terhadap inkretin endogen (GIP) yang dikaitkan dengan penurunan sensitivitas insulin sehingga memicu terjadinya kerusakan sel dengan menginduksi disfungsi mitokondria.¹² Pada lansia, kelainan sensitivitas insulin dan sekresi insulin secara bertahap menyebabkan gangguan toleransi glukosa dan akibatnya menjadi diabetes yang bermanifestasi secara klinis. Proses penuaan pada lansia juga menyebabkan peradangan kronis sistemik, stres oksidatif, kerusakan DNA, penurunan fungsi mitokondria, penuaan seluler, dan disfungsi jaringan, sehingga mengakibatkan terjadinya gangguan metabolisme. Hiperglikemia postprandial adalah ciri khas diabetes tipe 2 pada lansia.¹² Oleh karena itu, pemeriksaan kadar gula darah perlu dilakukan untuk mendeteksi dini terjadinya diabetes pada lansia. Menurut Perkeni 2021 pemeriksaan gula darah yang dianjurkan yaitu secara enzimatis dengan bahan plasma darah vena dan pemantauan dapat dilakukan dengan glucometer.⁷

Beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya diabetes yaitu aktivitas fisik, status gizi lebih, dan asupan zat gizi.¹³ Magnesium

adalah sumber mineral penting yang dapat ditemukan di berbagai sumber pangan seperti biji-bijian, sayuran berdaun hijau, kopi, dan kacang-kacangan. Magnesium adalah kofaktor penting pada > 300 reaksi enzimatik, termasuk yang berhubungan dengan metabolisme energy.¹⁴

Hasil penelitian meta analisis menunjukkan bahwa diet tinggi magnesium terkait dengan penurunan risiko diabetes tipe 2 dan dalam studi intervensi, menunjukkan asupan magnesium dapat memperbaiki tingkat glukosa darah dan metabolisme insulin pada dewasa sehat, penderita resisten insulin dan diabetes tipe 2.^{15,16}

Pada penderita diabetes asupan magnesium yang cukup memungkinkan terjadinya metabolisme glukosa dan insulin melalui aktivitas reseptor insulin tirosin kinase, yang bergantung pada pengikatan dua ion Mg^{2+} .¹⁷ Magnesium juga mengatur translokasi glukosa ke dalam sel, sehingga membantu dalam mengontrol tingkat glukosa ekstraseluler. Saat tubuh mengalami hipomagnesemia (kurang magnesium dalam tubuh) yang biasanya dialami oleh penderita DM tipe 2, maka akan menyebabkan aktivasi reseptor insulin berkurang, sehingga terjadinya resistensi insulin.¹⁸ Studi yang dilakukan oleh Zao,dkk. (2019) menyatakan asupan magnesium yang lebih rendah dari rata-rata beresiko 22% mengalami diabetes tipe 2 dibandingkan asupan magnesium yang lebih tinggi.¹⁹

Zink merupakan zat gizi mikro yang penting untuk membantu sistem kekebalan tubuh dan dapat mengurangi risiko penyakit tertentu khususnya pengelolaan diabetes mellitus.²⁰ Penelitian meta analisis menunjukkan zink memiliki peran penting pada metabolisme karbohidrat untuk mencegah terjadinya DM tipe 2. Pada sistem metabolisme zink terlibat dalam sintesis, penyimpanan, kristalisasi, dan sekresi, serta translokasi insulin ke dalam sel. Selain itu, zink juga berperan dalam penekanan sitokin proinflamasi, seperti interleukin- 1β dan faktor nuklir $k\beta$, untuk mencegah kerusakan sel beta pankreas sehingga produksi insulin tetap terjaga.²¹ Penelitian yang dilakukan meta analisis yang dilakukan Cao,dkk. (2019) menunjukkan subjek yang mengonsumsi asupan zink yang adekuat dapat menurunkan

resiko diabetes sebesar 13 persen dan hingga 41 persen pada penduduk desa.²¹

Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk melihat hubungan asupan magnesium dan zink dengan kadar gula darah puasa pada lansia.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan pendekatan *cross-sectional*. Penelitian dilakukan pada Desember 2019 di Kecamatan Juwiring, Kabupaten Klaten. Populasi target penelitian ini adalah seluruh populasi lansia di wilayah posyandu lansia Kecamatan Juwiring, Kabupaten Klaten berjumlah 8523 lansia.

Subjek penelitian diambil secara *multistage random sampling* sebesar 120 subjek dan sudah termasuk pertimbangan *lost follow* sebesar 20 persen. Kriteria inklusi pada penelitian ini yaitu berusia ≥ 60 tahun, memiliki kemampuan mengingat dengan baik serta dapat berdiri dengan tegak untuk dilakukan pengukuran antropometri. Kriteria eksklusi pada penelitian ini yaitu subjek tidak dapat melakukan kegiatan sehari-hari, disabilitas, dan sedang menderita sakit parah pada saat dilakukan pengambilan data. Jumlah lansia yang memenuhi kriteria pada penelitian ini yaitu sebanyak 158 orang.

Data primer yang dikumpulkan meliputi data karakteristik (jenis kelamin, usia, dan pendidikan), asupan magnesium, asupan zink dan gula darah puasa (GDP). Data karakteristik diperoleh melalui wawancara yang kemudian hasilnya dicatat dalam lembar kuesioner. Data jenis kelamin dikelompokkan menjadi dua kategori yaitu pria dan wanita. Data usia dikelompokkan menjadi 3 kategori yaitu 60-64 tahun, 65-80 tahun, dan >80 tahun berdasarkan kelompok AKG untuk kelompok lansia. Data pendidikan terakhir dibagi menjadi 4 kategori yaitu SD, SMP, SMA, dan Sarjana.

Data asupan magnesium dan zink subjek diperoleh dengan wawancara menggunakan kuesioner *recall* 24 jam selama dua hari tidak berturut-turut serta menggunakan *semi quantitaf food frequency questionnaire* (SQ-FFQ). Hasil dari wawancara yang sudah di catat pada kuesioner lalu dihitung menggunakan *software Nutrisurvey* dan Tabel Komposisi

Pangan Indonesia (TKPI) sehingga didapatkan rata-rata asupan harian subjek.

Data gula darah puasa (plasma kapiler) didapatkan dari pemeriksaan gula darah menggunakan Easy Touch GCU Multi-Function Monitoring System Model ET-301. Sebelum dilakukan pengambilan sampel darah, subjek dikondisikan untuk berpuasa terlebih dahulu selama 8 jam. Pengambilan sampel gula darah puasa dilakukan oleh bidan dan hasil pemeriksaan gula darah puasa tersebut dicatat pada kuesioner.

Data sekunder yang dikumpulkan yaitu jumlah populasi lansia serta karakteristik wilayah penelitian yang didapatkan dari puskesmas dan posyandu lansia wilayah Kecamatan Juwiring, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah.

Tabulasi hasil pengukuran data karakteristik ditampilkan dalam bentuk persentase. Data

asupan magnesium, asupan zink, dan gula darah puasa disajikan berdasarkan nilai min, max, rerata dan SD. Hubungan antara variabel dependen dan independen dilakukan dengan pengujian korelasi *pearson product moment*.

HASIL

Tabel 1 menunjukkan bahwa sebagian besar responden berusia 65-80 tahun (63,3%). Pada penelitian ini ditentukan kriteria inklusi subjek yaitu ≥ 60 tahun atau dalam kelompok lansia.

Pada penelitian ini juga menunjukkan sebagian besar subjek berjenis kelamin perempuan (83,5%) dan tingkat pendidikan terakhir responden sebagian besar subjek yaitu SD (43,7%)

Tabel 1
Distribusi Frekuensi Berdasarkan Data Karakteristik Subjek

Variabel	n=158	%
Usia (tahun)		
– 60-64	49	31,0
– 65-80	100	63,3
– >80	9	5,7
Jenis Kelamin		
– Laki-laki	26	16,5
– Perempuan	132	83,5
Pendidikan Terakhir		
– Tidak lulus SD	50	31,6
– SD	69	43,7
– SMP	23	14,6
– SMA	14	8,9
– Sarjana	2	1,3

Tabel 2
Distribusi Frekuensi Berdasarkan Rata-Rata Asupan Magnesium, Asupan Zink, dan Gula Darah Puasa

Variabel	Min	Max	$\bar{x}$	SD
Asupan Magnesium (mg)	176,6	834,3	429,8	175,6
Asupan Zink (mg)	4,9	15,7	9,3	2,5
Gula Darah Puasa (mg/dl)	45,0	576,0	122,9	74,1

Tabel 3
Hubungan Asupan Magnesium dan Asupan Zink dengan Gula Darah Puasa

Variabel	Glukosa Darah Puasa	
	r	p value
Asupan Magnesium	-0,249	0,02*
Asupan Zink	-0,229	0,04*

*terdapat hubungan antar variabel $p < 0,05$

Tabel 2 menunjukkan rata-rata asupan harian magnesium subjek yaitu $429,82 \pm 175,56$ mg. Rata-rata asupan magnesium subjek pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan Angka Kecukupan Gizi 2019 (AKG) untuk lansia yaitu sebesar 320 hingga 360 mg.²²

Rata-rata asupan harian zink yang dikonsumsi subjek sebesar $9,33 \pm 2,53$ mg. Rata-rata asupan harian tersebut lebih rendah dibandingkan AKG 2019 untuk lansia yaitu sebesar 25-30 mg.²² Gula darah puasa (GDP) adalah pemeriksaan gula darah yang dilakukan setelah subjek dalam kondisi berpuasa selama 8 jam. Hasil gula darah puasa di klasifikasikan menjadi tiga kategori yaitu normal (70-99 mg/dl), prediabetes (100-125 mg/dl), dan diabetes (≥ 126 mg/dl).²² Pada penelitian ini menunjukkan rata-rata GDP sebesar $122,98 \pm 74,11$ mg/dl. Jadi dapat disimpulkan bahwa rata-rata GDP subjek termasuk dalam kategori prediabetes.

Tabel 3 menunjukkan terdapat hubungan yang signifikan antara asupan magnesium dan asupan zink dengan gula darah puasa ($p < 0,05$). Hasil penelitian ini juga menunjukkan hubungan negatif antar variabel dependen dan independen yang artinya semakin tinggi asupan magnesium dan zink semakin rendah nilai glukosa darah puasa lansia.

BAHASAN

Pada penelitian ini sebagian besar subjek berusia 65-80 tahun (63,3%) atau dalam kategori lansia. Lansia menjadi subjek pada penelitian dikarenakan lansia lebih rentan terhadap penurunan sistem metabolisme tubuh khususnya penurunan fungsi sel beta pankreas dalam memproduksi insulin sehingga berisiko terjadinya diabetes mellitus tipe 2 yang salah satunya ditandai dengan peningkatan gula darah puasa (GDP).²³

Rata-rata GDP pada subjek penelitian ini yaitu sebesar $122,9 \pm 74,1$ mg/dl yang termasuk dalam kategori prediabetes. Menurut Erika, dkk (2018) sebagian besar lansia memiliki gula darah puasa dalam kategori normal hingga prediabetes oleh karena itu lansia harus menjaga GDP antara 90 hingga 140 mg/dl dan tetap memperhatikan penyakit komorbid lainnya.²³

Kondisi gula darah puasa terganggu/ GDP Terganggu (*Impaired Fasting Glucose/ IFG*) di Indonesia paling banyak ditemukan pada jenis kelamin laki-laki, namun kejadian DM paling banyak ditemukan pada jenis kelamin perempuan. Perempuan cenderung memiliki faktor risiko yang lebih mengalami diabetes dikarenakan terdapat risiko gestasional diabetes selama masa kehamilan.²³

Berdasarkan hasil uji korelasi *pearson product moment* menunjukkan terdapat hubungan antara asupan magnesium dengan gula darah puasa lansia ($p = 0,02$). Hasil analisis menunjukkan hubungan negatif yang artinya semakin tinggi asupan magnesium maka semakin rendah nilai gula darah puasa. Hal ini sejalan dengan penelitian meta analisis yang dilakukan Lima, dkk (2018) yang menunjukkan terdapat hubungan antara asupan magnesium dengan kadar profil gula darah.²⁴

Magnesium merupakan kofaktor enzim yang terlibat dalam metabolisme glukosa. Magnesium berfungsi mengikat molekul ATP sehingga menghasilkan kompleks Mg-ATP yang bertindak dalam reaksi transfer fosfat. Dengan demikian, magnesium berpartisipasi dalam autofosforilasi subunit dari reseptor insulin, proliferasi dan pemeliharaan sel pankreas.²⁴

Pada pankreas, metabolisme glukosa sel beta diawali dengan konversi glukosa menjadi glukosa-6-fosfat oleh glukokinase (GK), yang selanjutnya menghasilkan peningkatan ATP intraseluler. Namun, pada saat kondisi defisiensi magnesium (hipomagnesemia) yang

sering terjadi pada pasien DM tipe 2 dapat secara langsung mempengaruhi laju aktivitas GK hal ini dikarenakan kadar ATP dan MgATP intraseluler menurun sedangkan kinerja enzim bergantung pada MgATP. Hipomagnesium ini menyebabkan terjadinya penutupan saluran ATP-sensitive potassium (KATP) ke subunit SUR1 (sulfonylurea receptor 1). Akibat dari penutupan saluran KATP adalah terjadinya depolarisasi membran sel beta lalu merangsang masuknya Ca^{2+} melalui saluran Ca^{2+} tipe-L dan menyebabkan pelepasan insulin. Pada akhirnya mengganggu penggabungan antara glukosa darah dan stimulasi sel beta sehingga mengakibatkan gangguan pelepasan insulin yang pada akhirnya mempengaruhi kadar gula darah.²⁵

Pada penelitian ini juga menunjukkan terdapat hubungan antara asupan zink dengan gula darah puasa. Hasil analisis menunjukkan terdapat hubungan negatif yang artinya semakin tinggi asupan zink maka semakin rendah nilai gula darah puasa. Hal ini sejalan dengan penelitian dengan penelitian Zang,dkk (2018) yang menunjukkan terdapat hubungan antara rendahnya serum zink dalam darah dengan komplikasi diabetes seperti retinopati diabetik, nefropati diabetik, neuropati diabetik dan makroangiopati diabetik.²⁶ Penelitian meta analisis yang dilakukan Cao,dkk (2019) menyatakan asupan zink dari sedang hingga lebih tinggi dari AKG dapat menurunkan resiko diabetes tipe 2 sebesar 13 persen dan dapat menurunkan resiko diabetes tipe 2 hingga 41 persen pada penduduk di daerah pedesaan.²¹

Zink memiliki peran dalam homeostasis insulin dan respon inflamasi pada penderita diabetes tipe 2. Zink dapat memengaruhi sensitivitas dan resistensi insulin dengan mengaktifkan beberapa sel sekresi insulin dari sel pankreas, selain itu Zink dalam sistem metabolisme memiliki peran untuk menjaga kadar glukosa dan Human islet amyloid polypeptide (HIAPP) agar tetap stabil. HIAPP adalah hormon yang disimpan bersama insulin dalam granula sekretori dan dilepaskan dari sel beta pankreas ketika kadar glukosa darah meningkat. Dalam kondisi normal, konsentrasi zink dalam sel beta adalah yang tertinggi pada tubuh manusia dan ketika status zink rendah, HIAPP beragregasi menjadi serat amiloid yang pada akhirnya akan menyebabkan kerusakan sel atau sitotoksik bagi sel beta pancreas. Zink

juga berkontribusi pada transportasi insulin. Sel tubuh yang kekurangan seng telah terbukti memiliki lebih sedikit butiran insulin dan lebih rentan terhadap stres oksidatif.^{27,28}

Keterbatasan penelitian ini yaitu waktu antar pengambilan data SQ-FFQ dan Recall 24 hour tidak bisa dilaksanakan dalam waktu yang sama antar lansia karena terkait dengan kenyamanan dan ketersediaan waktu lansia

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa asupan magnesium dan zink memiliki hubungan dengan gula darah puasa (GDP) pada lansia.

Saran

Pada penelitian ini menunjukkan terdapat hubungan antara asupan magnesium dan zink dengan kadar gula darah puasa. Pada lansia yang memiliki nilai gula darah puasa di atas normal ($>126\text{mg/dl}$) disarankan untuk mengatur pola makan dengan prinsip 3J yaitu tepat jenis, jumlah, dan jadwal serta mengkonsumsi bahan pangan sumber Magnesium dan Zink serta secara rutin melakukan pengecekan gula darah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada para pembimbing tesis saya, kepala puskesmas kecamatan Juwiring, bidan puskesmas kecamatan, para kader posyandu lansia, dan para responden beserta keluarganya.

RUJUKAN

1. United Nations. World Population Ageing 2015. Demographic Research Monographs. 2015. 7–22 p.
2. WHO. Ageing and health [Internet]. 2021 [cited 2022 Jul 21]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>
3. Badan Pusat Statistik (BPS). Statistik Lansia 2018. 2018. 260 p.
4. Badan Pusat Statistik (BPS). Statistik Indonesia (Statistical Yearbook of Indonesia) 2022. dalam Direktorat Diseminasi Statistik (edt). BPS. 2022.
5. Kementerian PPN/Bapennas, Badan Pusat Statistik Indonesia, UNFPA. Proyeksi Penduduk Indonesia 2015-2045, Hasil

- SUPAS 2015. Subdirektorat Statistik Demografi, BPS; 2018.
6. WHO. Diabetes [Internet]. 2021 [cited 2022 Jul 21]. Available from: https://www.who.int/health-topics/diabetes#tab=tab_1
 7. Soelistijo SA. Pedoman Pengelolaan Diabetes Melitus Tipe 2 di Indonesia 2021. PB.PERKENI; 2021.
 8. WHO. WHO reveals leading causes of death and disability worldwide: 2000-2019 [Internet]. 2021 [cited 2021 Jul 21]. Available from: <https://www.who.int/news/item/09-12-2020-who-reveals-leading-causes-of-death-and-disability-worldwide-2000-2019>
 9. Kementerian Kesehatan RI. Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas 2018). Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. 2018.
 10. Halter JB. Diabetes Mellitus in an Aging Population: The Challenge Ahead. *Journals Gerontol Ser A* [Internet]. 2012 Dec 1;67(12):1297–9. doi:10.1093/gerona/gls201.
 11. Dinas Kesehatan Kabupaten Klaten. Profil Kesehatan Kabupaten Klaten Tahun 2018. In Dinas Kesehatan Kabupaten Klaten; 2018.
 12. Chia CW, Egan JM, Ferrucci L. Age-Related Changes in Glucose Metabolism, Hyperglycemia, and Cardiovascular Risk. *Circ Res*. 2018 Sep;123(7):886–904. doi: 10.1161/CIRCRESAHA.118.312806
 13. Digestive NI of D and KD (NIDDK). Symptoms & Causes of Diabetes [Internet]. 2021 [cited 2022 Jul 19]. Available from: <https://www.niddk.nih.gov/health-information/diabetes/overview/symptoms-causes>.
 14. Hruby A, Ngwa JS, Renström F, Mary MK, Ganna A, Hallmans G, et al. Higher magnesium intake is associated with lower fasting glucose and insulin, with no evidence of interaction with select genetic loci, in a meta-analysis of 15 CHARGE consortium studies1-4. *J Nutr*. 2013;143(3):345–53. doi: 10.3945/jn.112.172049
 15. Pelczyńska M, Moszak M, Bogdański P. The Role of Magnesium in the Pathogenesis of Metabolic Disorders. Vol. 14, *Nutrients* . 2022. doi: 10.3390/nu14091714
 16. Simental-Mendía LE, Sahebkar A, Rodríguez-Morán M, Guerrero-Romero F. A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials on the effects of magnesium supplementation on insulin sensitivity and glucose control. *Pharmacol Res* [Internet]. 2016;111:272–82. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1043661816303085>.doi: 10.1016/j.phrs.2016.06.019
 17. Piuri G, Zocchi M, Della Porta M, Ficara V, Manoni M, Zuccotti GV, et al. Magnesium in Obesity, Metabolic Syndrome, and Type 2 Diabetes. *Nutrients*. 2021 Jan;13(2). doi: 10.3390/nu13020320
 18. Barbagallo M, Dominguez LJ. Magnesium and type 2 diabetes. *World J Diabetes*. 2015 Aug;6(10):1152–7. doi: 10.4239/wjd.v6.i10.1152
 19. Zhao B, Zeng L, Zhao J, Wu Q, Dong Y, Zou F, et al. Association of magnesium intake with type 2 diabetes and total stroke: an updated systematic review and meta-analysis. *BMJ Open* [Internet]. 2020 Mar 1;10(3):e032240. doi: 10.1136/bmjopen-2019-032240
 20. Tamura Y. The Role of Zinc Homeostasis in the Prevention of Diabetes Mellitus and Cardiovascular Diseases. *J Atheroscler Thromb*. 2021 Nov;28(11):1109–22. doi: 10.5551/jat.RV17057
 21. Fernández-Cao JC, Warthon-Medina M, Moran VH, Arija V, Doepking C, Serra-Majem L, et al. Zinc intake and status and risk of type 2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis. *Nutrients*. 2019;11(5):1–26. doi:10.3390/nu11051027
 22. Kemenkes RI. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2019 Tentang Angka Kecukupan Gizi. In PB.PERKENI; 2019. p. 33. Available from: www.ginasthma.org.
 23. Fitriani LI, Murbawani EA, Nissa C. Hubungan Asupan Vitamin C, Vitamin E Dan B-Karoten Dengan Kadar Gula Darah Puasa Pada Wanita Usia 35-50 Tahun. *J Nutr Coll*. 2018;7(2):84. Online di : <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jnc/>
 24. Brandão-Lima PN, De Carvalho GB, Santos RKF, Santos B da C, Dias-Vasconcelos NL, Rocha V de S, et al. Intakes of Zinc, Potassium, Calcium, and Magnesium of

- individuals with type 2 diabetes mellitus and the relationship with glycemic control. *Nutrients*. 2018;10(12):1–12. doi: 10.1080/10408398.2019.1624498
25. Kostov K. Effects of Magnesium Deficiency on Mechanisms of Insulin Resistance in Type 2 Diabetes: Focusing on the Processes of Insulin Secretion and Signaling. *Int J Mol Sci*. 2019; 20(6):1351. doi: 10.3390/ijms20061351
 26. Zhang Y, Li Q, Xin Y, Lv W, Ge C. Association between serum magnesium and common complications of diabetes mellitus. *Technol Heal Care*. 2018;26(S1):S379–87. doi: 10.3233/THC-174702
 27. Cruz KJC. Antioxidant role of zinc in diabetes mellitus. *World J Diabetes*. 2015;6(2):333. doi: 10.4239/wjd.v6.i2.333
 28. Peel R, Hure A, Wiggers J, McEvoy M, Holliday E, Searles A, Reeves P et al. Zinc in Preventing the Progression of pre-Diabetes (ZIPPED Study) – Study Protocol for A Randomised Placebo-Controlled Trial in Australia. *Trials*. 2019; 20 (1), 219.