

## **LITERATURE REVIEW: HUBUNGAN ANTARA LINGKAR PINGGANG DENGAN KEJADIAN DIABETES MELITUS PADA INDIVIDU DEWASA DAN LANSIA**

Umi Kurniawati<sup>1</sup>, Dwi Sarbini<sup>1</sup>, Muwakhidah<sup>1</sup>, Nur Lathifah Mardiyati<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Prodi Ilmu Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani Tromol Pos I, Pabelan Kartasura, Sukoharjo 57169, Indonesia

E-mail corresponding author: [nlm233@ums.ac.id](mailto:nlm233@ums.ac.id)\*

Tanggal Submisi: 23 Agustus 2022; Tanggal Penerimaan: 10 November 2022

### **ABSTRAK**

**Pendahuluan:** Berdasarkan data prevalensi dunia sebesar 10,5% menderita diabetes melitus dan diperkirakan meningkat 12,2% pada tahun 2045. Salah satu faktor risiko diabetes melitus yaitu obesitas sentral yang bisa diketahui salah satunya dengan lingkaran pinggang. Tujuan untuk mengetahui hubungan antara lingkaran pinggang dengan kejadian diabetes melitus pada individu dewasa dan lansia. **Metode:** Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Literature Review* pada desain studi *Cross Sectional* dengan mengkritisi 9 artikel 10 tahun terakhir (2012-2022) yang dipilih dari database “*Pubmed*” bereputasi internasional Q1-Q4. Kata kunci yang digunakan “*diabetes mellitus*” ditemukan 563.645 artikel dan ditambahkan “*waist circumference*” ditemukan 6.877 artikel serta ditambahkan filter “*publication date 10 years*”, “*english language*”, “*free full text*”, “*adult and middle aged*” ditemukan 125 artikel, kemudian dikeluarkan 27 artikel yang bukan metode *cross sectional* dan 93 artikel yang tidak menyediakan data *diabetes mellitus* didapatkan 9 artikel yang dilakukan *abstract review*. **Hasil:** Prevalensi kejadian diabetes melitus tertinggi di Kota Shanghai, Tiongkok sebesar 30,05% yang merupakan negara berkembang di benua Asia. Terdapat hubungan yang signifikan antara nilai lingkaran pinggang dengan kejadian diabetes mellitus dengan nilai *p-value* <0.05. Prevalensi diabetes melitus meningkat seiring bertambahnya usia, lebih tinggi pada laki-laki dan lebih tinggi pada perempuan, tidak berpendidikan, penduduk perkotaan, tidak melakukan aktivitas fisik, pada perokok dan mantan perokok, peminum alkohol, pada etnis minoritas dibandingkan kulit putih Kaukasia, serta di Skotlandia dibandingkan di Inggris. **Kesimpulan:** Semakin tinggi lingkaran pinggang seseorang maka akan semakin berisiko mengalami diabetes melitus. Oleh karena itu, perlu intervensi mempertahankan nilai lingkaran pinggang normal untuk mencegah kejadian diabetes melitus.

**Kata Kunci:** Dewasa, diabetes melitus, lingkaran pinggang, obesitas sentral.

### **ABSTRACT**

**Introduction:** Based on world prevalence data, 10.5% suffer from diabetes mellitus and it is estimated that it will increase by 12.2% in 2045. One of the risk factors for diabetes mellitus is central obesity, one of which can be identified by waist circumference. The purpose of this study was to determine the relationship between waist circumference and the incidence of diabetes mellitus in adult individuals and elderly. **Methods:** The research design used in this study is a *Literature Review* on a *Cross Sectional* study design by criticizing 9 articles from the last 10 years (2012-2022) which were selected from the “*Pubmed*” database of international reputation

*Q1-Q4. The keyword used "diabetes mellitus" found 563,645 articles and added "waist circumference" found 6,877 articles and added filters "publication date 10 years", "english language", "free full text", "adult and middle aged" found 125 articles, then 27 articles were issued that were not cross-sectional methods and 93 articles that did not provide data on diabetes mellitus obtained 9 articles that were carried out by abstract reviews. **Results:** The highest prevalence of diabetes mellitus is in Shanghai City, China at 30.05%, which is a developing country in the Asian continent. There is a significant relationship between waist circumference and the incidence of diabetes mellitus with  $p$ -value  $<0.05$ . The prevalence of diabetes mellitus increases with age, higher in men and higher in women, uneducated, urban residents, not doing physical activity, in smokers and former smokers, drinkers of alcohol, in ethnic minorities compared to white Caucasians, and in Scotland compared to England. **Conclusion:** There is a relationship between waist circumference values, having central obesity will increase the risk of developing diabetes mellitus. Therefore, it is necessary to intervene to maintain a normal waist circumference to prevent the incidence of diabetes mellitus.*

**Keywords:** Adults, central Obesity, diabetes mellitus, waist circumference

## PENDAHULUAN

Diabetes merupakan penyebab utama kematian di seluruh dunia, sekitar 6,7 juta orang dewasa antara usia 20-79 tahun diperkirakan meninggal akibat diabetes dan komplikasinya setara dengan 12,2% kematian global. Prevalensi penderita diabetes melitus usia 20-79 tahun di dunia sebesar 10,5% dan diperkirakan akan meningkat 11,3% pada tahun 2030 serta 12,2% pada tahun 2045, karena diprediksi populasi di dunia akan tumbuh 20% pada periode tersebut dan jumlah penderita diabetes meningkat sebesar 46%. Prevalensi telah meningkat lebih cepat di negara-negara berpenghasilan rendah dan menengah ke bawah daripada di negara-negara berpenghasilan tinggi (*International Diabetes Federation, 2021*).

Resistensi insulin merupakan salah satu ciri kondisi kadar lemak tubuh yang tinggi, menyebabkan terjadi penurunan kemampuan jaringan adiposa untuk merespon sinyal regulator (pengatur), yang berakibat meningkatkan kadar lipid dalam sirkulasi dan risiko penimbunan lemak di hati serta otot rangka. Penggunaan glukosa yang terganggu dan resistensi insulin akibat kondisi tersebut dapat menyebabkan diabetes melitus yang diikuti dengan komplikasi, seperti hipertensi, hiperlipidemia, kerusakan pada pembuluh darah perifer, dan penyakit kardiovaskuler (Barasi, 2009). Diabetes melitus juga merupakan penyebab utama terjadinya kebutaan, serangan jantung, stroke, gagal ginjal, dan amputasi kaki (*International Diabetes Federation, 2021*).

Terjadinya diabetes melitus dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya faktor stress, usia, genetik, pengetahuan gizi, jenis kelamin, aktivitas fisik, dan status gizi (obesitas termasuk obesitas sentral). Obesitas sentral disebabkan oleh adanya timbunan lemak yang berlebihan di bagian perut, penumpukan lemak yang berlebih mengakibatkan terjadinya resistensi insulin yang merupakan salah satu faktor terjadinya peningkatan kadar glukosa darah pada penderita diabetes melitus. Obesitas sentral ini dapat ditandai dengan pengukuran lingkaran pinggang untuk laki – laki  $>90$  cm dan perempuan  $>80$  cm (Soetiarto et al., 2007). Individu yang mengalami obesitas sentral menyebabkan peningkatan konsentrasi asam lemak plasma dan disregulasi adipokin pada mekanisme adipokin; serta terjadi penyimpanan lemak ektopik, stress oksidatif dan disfungsi mitokondria pada mekanisme intrinsik sel sehingga mengakibatkan terjadinya resistensi insulin (Dewi, 2007). Resistensi insulin atau penurunan sensitivitas insulin akibat obesitas sentral karena terjadi peningkatan sitokin, terutama TNF- $\alpha$  dan IL-6 yang menghasilkan peningkatan lipolisis dan pelepasan asam lemak bebas yang akan disimpan di hati, otot rangka dan sel  $\beta$  pankreas yang akhirnya meningkatkan kadar glukosa darah (hiperglikemia) (Savage et al., 2005).

Obesitas pada dewasa dan lansia dapat terjadi pada seseorang yang mempunyai riwayat keluarga dengan obesitas dan faktor pola makan. Orang dengan kelebihan berat badan mengalami peningkatan lipid dalam tubuh. Salah satu jaringan lipid adalah asam lemak. Ketika jaringan perifer terpapar oleh peningkatan asam lemak bebas akan menginduksi resistensi insulin. Mekanismenya melalui aktivasi jalur treonin kinase oleh metabolik asam lemak bebas yang akan mengurangi reseptor insulin. Pada pemaparan jangka panjang asam lemak di pankreas akan merusak sel beta. Kondisi ini yang biasanya disebut lipotoksitas. Manifestasi yang dapat terjadi ditandai dengan naiknya kadar glukosa darah puasa, sehingga nilai Lingkar Pinggang sebagai pengukur obesitas sentral berhubungan dengan kadar glukosa darah puasa dan diabetes melitus (Huang *et al.*, 2015).

Menurut penelitian yang dilakukan Syafiq (2020) pada individu usia  $\geq 36$  tahun di rumah Sakit Umum Sanglah didapatkan hasil rata-rata nilai lingkar pinggang pasien 92,81 cm dan rata-rata nilai HbA1c 8,37%, serta didapatkan hasil nilai  $p = 0,012$  ( $p < 0,05$ ) yang artinya ada hubungan yang signifikan antara lingkar pinggang dengan nilai HbA1c pada pasien diabetes melitus tipe 2. Sedangkan menurut penelitian yang dilakukan Ilmi dan Utari (2020) pada mahasiswa didapatkan hasil sebagian besar pasien yang memiliki lingkar pinggang  $> 80$  cm pada perempuan dan  $> 90$  cm pada laki-laki yaitu sebesar 33,3% dan sebagian besar memiliki kadar glukosa darah puasa  $> 100$  mg/dl yaitu sebesar 31,9%, serta didapatkan hasil nilai  $p = 0,235$  ( $p > 0,05$ ) yang artinya tidak ada hubungan antara lingkar pinggang dengan kadar glukosa darah puasa.

Beberapa penelitian yang sudah ada menunjukkan hasil yang belum konsisten antara hubungan lingkar pinggang dengan kejadian diabetes melitus. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan membuktikan penelitian-penelitian sebelumnya dengan mengkaji beberapa penelitian yang sudah ada untuk menganalisis hubungan lingkar pinggang dengan kejadian diabetes melitus pada individu dewasa dan lansia, mengetahui prevalensi kejadian diabetes melitus pada individu dewasa dan lansia, serta mengetahui faktor risiko kejadian diabetes melitus pada individu dewasa dan lansia.

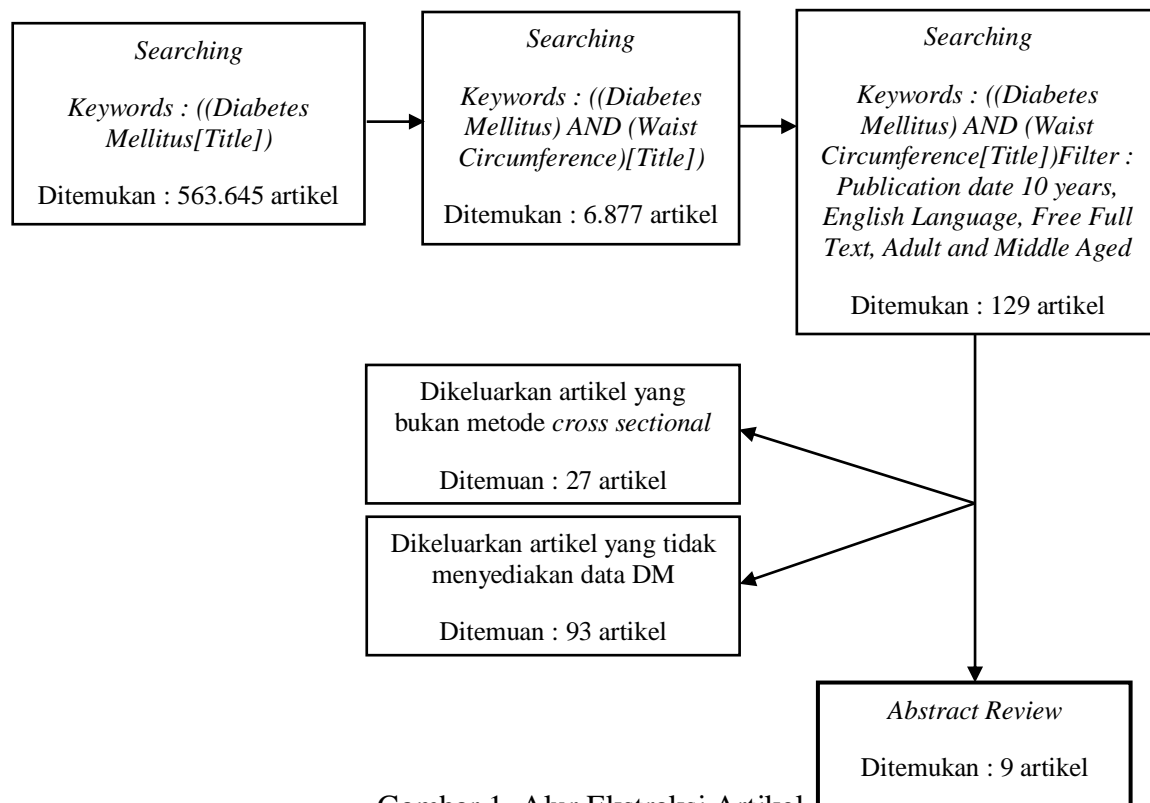
## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah *literature review* dimana pengambilan data hasil penelitian ini dilakukan melalui pencarian di website "Pubmed". Artikel yang dikehendaki adalah penelitian yang akan melihat hubungan antara lingkar pinggang dan kejadian diabetes mellitus pada individu dewasa dan lansia yang ditelusuri melalui "Pubmed". Penelusuran artikel menggunakan kata kunci "Diabetes Mellitus" ditemukan 563.645 artikel dan ditambahkan "Waist Circumference" ditemukan 6.877 artikel. Penelusuran kemudian disesuaikan kembali dengan filter artikel "publication date 10 years", "english language", "free full text", dan "adult and middle aged" ditemukan 129 artikel serta dikeluarkan 27 artikel yang tidak menggunakan metode *cross sectional* dan 93 artikel yang tidak menyediakan data diabetes melitus. Langkah selanjutnya dilakukan *abstrak review* ditemukan 9 artikel yang memenuhi kriteria menggunakan desain studi *cross sectional*, menyediakan data lingkar pinggang dan data diabetes melitus pada individu dewasa, kemudian artikel tersebut diperingkat melalui link <https://www.scimagolab.com/> dan harus memenuhi peringkat Q1-Q4, seperti pada Gambar 1. Ekstraksi dan analisis data pada 9 artikel terpilih dengan bantuan tabel data yang meliputi setiap komponen dalam artikel mulai dari referensi, kualifikasi jurnal, lokasi penelitian, subjek, usia, pemeriksaan diabetes melitus, prevalensi diabetes melitus, nilai *odd ratio*, *p-value*, dan pengukuran lain.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil dari sembilan artikel jurnal yang direview, didapatkan data diabetes melitus pada individu usia  $\geq 18$  tahun. Pemeriksaan diabetes melitus dapat dilihat pada

Tabel 2 menggunakan pemeriksaan biokimia yaitu kadar glukosa puasa  $\geq 7,0$  mmol/L ( $>126$  mg/dL), kadar glukosa plasma 2 jam setelah TTGO  $\geq 11,1$  mmol/L ( $>200$  mg/dL), dan HbA1c  $>48$  mmol/mol ( $>6.5\%$ ) pada ketujuh artikel penelitian (Alvim *et al.*, 2014, An *et al.*, 2013, Chen *et al.*, 2017, Han *et al.*, 2019, Harbuwono *et al.*, 2020, Li *et al.*, 2014, dan Zheng *et al.*, 2016) serta diagnosis dokter, perawat, dan ahli kesehatan lainnya pada empat artikel penelitian (Chen *et al.*, 2017, Han *et al.*, 2019, Souza *et al.*, 2019, dan Warren *et al.*, 2012) serta individu yang mengonsumsi obat antidiabetes pada dua artikel jurnal penelitian (Alvim *et al.*, 2014 dan An *et al.*, 2013) (Tabel 2).



Gambar 1. Alur Ekstraksi Artikel

Diagnosis diabetes mellitus dengan menggunakan pemeriksaan laboratorium seperti glukosa darah puasa, glukosa darah 2 jam setelah tes toleransi glukosa oral (TTGO) dan HbA1c memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Kelebihan pemeriksaan glukosa darah puasa dan glukosa darah 2 jam setelah TTGO adalah dapat mendiagnosis diabetes melitus pada saat itu juga, lebih terjangkau, secara langsung mengukur molekul yang diduga menyebabkan komplikasi diabetes melitus, tidak mempengaruhi hasil karena faktor non glikemik; namun memiliki kekurangan seperti mengharuskan responden berpuasa saat dilakukan pemeriksaan, memerlukan tes toleransi glukosa terlebih dahulu, pengukuran glukosa pada satu titik waktu, lebih tinggi dalam variabilitas individu daripada pemeriksaan HbA1c, hasil dapat berubah tiap waktu karena dipengaruhi oleh konsumsi obat antidiabetes dan asupan makan serta minum, tes toleransi glukosa cukup melelahkan dan memakan waktu (American Diabetes Association, 2021; Pathmanathan & Somasundaram, 2014)

Pemeriksaan HbA1c memiliki kelebihan seperti responden tidak perlu melakukan puasa dan lebih stabil setelah pengumpulan sampel dibandingkan pemeriksaan glukosa darah, hasil tidak dipengaruhi oleh konsumsi obat antidiabetes dan asupan makan serta minum, dapat memantau responden yang sudah diketahui menderita diabetes melitus, dapat memonitoring/skrining glukosa selama seminggu/sebulan sebelumnya, hasil tidak terpengaruh oleh gangguan akut (stress, diet, olahraga, merokok), variabilitas individu lebih

rendah daripada glukosa darah, memiliki stabilitas pra-analitik yang lebih besar daripada glukosa darah; namun memiliki kekurangan seperti biayanya lebih mahal, hasil dapat dipengaruhi oleh faktor tertentu (hemoglobinopati, anemia, gagal ginjal, HIV, hemodialisis, transfusi darah, kehamilan, genetik/etnis, perbedaan usia), memiliki sensitivitas rendah pada titik potong tertentu, ketersediaan yang terbatas di wilayah tertentu (*American Diabetes Association*, 2021; Pathmanathan dan Somasundaram, 2014).

Tabel 1. Karakteristik populasi

Referensi	Lokasi Penelitian	Subjek	Usia
Alvim, <i>et al.</i> , 2014	Brazil	1572 • Laki – laki: 715 • Perempuan: 857	25 - 64 tahun
An, <i>et al.</i> , 2013	Kamboja	5.015 • Laki – laki: 1.786 • Perempuan:3.229	25 – 64 tahun
Chen, <i>et al.</i> , 2017	Taiwan	5.349 • Laki – laki: 2.551 • Perempuan:2.798	≥55 tahun
Han, <i>et al.</i> , 2019	Inggris dan Skotlandia	58.128 • Laki – laki: 26.292 • Perempuan:31.836	18 – 85 tahun
Harbuono, <i>et al.</i> , 2020	Indonesia	24.660 • Laki – laki: 9.791 • Perempuan:14.869	≥18 tahun
Li, <i>et al.</i> , 2014	China	27.552 • Laki – laki: 10.098 • Perempuan:17.454	≥20 tahun
Souza, <i>et al.</i> , 2019	Brazil	10.537	≥60 tahun
Warren, <i>et al.</i> , 2012	Carolina Selatan	843	≥18 tahun
Zheng, <i>et al.</i> , 2016	Shanghai	1544 • Laki – laki: 635 • Perempuan:909	≥18 -≤90 tahun

Hasil analisis *literature review* prevalensi kejadian diabetes melitus tertinggi adalah penelitian yang dilakukan oleh Zheng *et al.*, (2016) di Kota Shanghai, Tiongkok sebesar 30,05% yang merupakan negara berkembang di wilayah Asia, sedangkan prevalensi kejadian diabetes melitus terendah adalah penelitian yang dilakukan oleh Han *et al.*, (2019) di Inggris dan Skotlandia sebesar 7,8% yang merupakan negara di wilayah Barat (Tabel 2). Hal ini terjadi akibat adanya globalisasi dan pembangunan ekonomi yang telah mendorong transisi nutrisi di banyak negara berkembang. Pergeseran nutrisi ini biasanya melibatkan peningkatan konsumsi lemak hewani dan makanan padat energi, penurunan serat, dan asupan makanan cepat saji yang lebih sering. Pada saat yang sama, makanan tradisional di banyak negara Asia yang sebagian besar didasarkan pada nasi putih yang dipoles dan gandum olahan, memiliki indeks glikemik (GI) dan nilai beban glikemik (GL) yang tinggi. Efek buruk dari diet tinggi GI dan GL lebih jelas pada individu yang kelebihan berat badan atau obesitas yang rentan terhadap resistensi insulin (Sun *et al.*, 2011). Negara berkembang mengalami perkembangan ekonomi dan sosial yang pesat dengan pergeseran gaya hidup dan struktur pola makan. Perubahan ini mendorong kelebihan gizi, mulai hilangnya pola makan tradisional di Asia karena populasi beradaptasi dengan lingkungan makanan buatan industri, makanan cepat saji dan *junk food* mengakibatkan peningkatan berat badan dan adipositas sentral serta kurangnya aktivitas fisik berdampak signifikan pada risiko diabetes melitus (Hu, 2011).

Tabel 2. Kejadian diabetes melitus pada individu dewasa dan lansia

Referensi	Kualifikasi Jurnal	Pemeriksaan Diabetes Melitus	Prevalensi
			Kejadian Diabetes Melitus
Alvim, <i>et al.</i> , 2014	Q-1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kadar GDP <math>\geq 126</math> mg/dL</li> <li>• penggunaan obat antidiabetes</li> </ul>	8,84%
An, <i>et al.</i> , 2013	Q-1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kadar GDP <math>\geq 126</math> mg/dL</li> <li>• sedang menjalani pengobatan diabetes mellitus</li> </ul>	
Chen, <i>et al.</i> , 2017	Q-2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kadar GDP <math>\geq 126</math> mg/dL</li> <li>• diagnosis dokter atau menerima pengobatan untuk DM</li> <li>• HbA1c <math>&gt; 47,5</math> mmol/mol (<math>&gt; 6,5\%</math>)</li> </ul>	28,55%
Han, <i>et al.</i> , 2019	Q-1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnosis dokter atau perawat</li> <li>• HbA1c <math>&gt; 48</math> mmol/mol (<math>&gt; 6,5\%</math>)</li> </ul>	7,8%
Harbuono, <i>et al.</i> , 2020	Q-1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kadar GDP <math>&gt; 126</math> mg/dL</li> <li>• Kadar GP2j <math>&gt; 200</math> mg/dL</li> </ul>	13,7%
Li, <i>et al.</i> , 2014	Q-1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kadar GDP <math>\geq 7,0</math> mmol/L (<math>&gt; 126</math> mg/dL)</li> <li>• kadar GP2J <math>\geq 11,1</math> mmol/L (<math>&gt; 200</math> mg/dL)</li> </ul>	21,92%
Souza, <i>et al.</i> , 2019	Q-2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnosis dokter</li> </ul>	19%
Warren, <i>et al.</i> , 2012	Q-1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnosis dokter, perawat, dan ahli kesehatan lainnya</li> </ul>	24,6%
Zheng, <i>et al.</i> , 2016	Q-1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kadar GDP <math>\geq 7,0</math> mmol/L</li> <li>• Kadar GP2J <math>\geq 11,1</math> mmol/L</li> </ul>	30,05%

Benua Asia menyumbang 60% dari populasi diabetes di dunia, dalam beberapa dekade terakhir Asia telah mengalami perkembangan ekonomi yang pesat, urbanisasi, dan perubahan status gizi. Populasi Asia memiliki tingkat kenaikan berat badan dan tingkat obesitas yang lebih rendah, namun memiliki tingkat diabetes yang serupa atau lebih tinggi dibandingkan dengan populasi Barat. Kecenderungan ke arah obesitas sentral yang lebih besar dan massa otot yang lebih sedikit di antara populasi Asia menghasilkan kecenderungan peningkatan resistensi insulin dibandingkan dengan populasi Barat. *Computer based tomography* telah menunjukkan bahwa orang Asia memiliki lebih banyak lemak viseral daripada orang Kaukasia dengan lingkaran pinggang yang sama (Chan *et al.*, 2009).

Kedelapan artikel yang telah dikaji (Alvim *et al.*, 2014, An *et al.*, 2013, Han *et al.*, 2019, Harbuwono *et al.*, 2020, Li *et al.*, 2014, Souza *et al.*, 2019, Warren *et al.*, 2012, dan Zheng *et al.*, 2016) dapat dilihat pada Tabel 3 menunjukkan hasil terdapat hubungan positif yang signifikan dengan  $p \leq 0.05$  antara nilai lingkaran pinggang (mengalami obesitas sentral) dengan kejadian diabetes melitus, sedangkan pada satu artikel yang di *review* (Chen *et al.*, 2017) menunjukkan hasil yang signifikan dengan  $p \leq 0.05$  terdapat hubungan negatif yang signifikan antara nilai lingkaran pinggang normal dengan kejadian diabetes melitus (Tabel 3).

Peningkatan lemak tubuh cenderung meningkatkan kejadian diabetes melitus dengan merusak sensitivitas insulin, dan kemungkinan sekresi insulin, terutama bila ada lemak ektopik di hati, otot, dan pankreas (Burhans *et al.*, 2019). Obesitas dikaitkan dengan gangguan metabolisme intraseluler pada transpor sinyal pemanfaatan glukosa dan peningkatan lipolisis yang kemudian menimbulkan resistensi insulin dan hiperglikemia. Dalam jangka panjang, baik resistensi insulin dan keadaan hiperglikemia akan berakhir sebagai diabetes dalam 10 hingga 20 tahun mendatang (Veghari *et al.*, 2014 dan Micic dan

Cvijovic, 2008).

Tabel 3. Hubungan antara lingkar pinggang dengan kejadian diabetes melitus pada individu dewasa dan lansia

Referensi	Odd Ratio(95%CI)	P-value	Temuan Lain	Faktor Risiko
Alvim, <i>et al.</i> , 2014	2,97 (1,16-7,60)	$p = 0,023$	Indeks Massa Tubuh ( $p = 0,04$ ) Indeks Adipositas Tubuh ( $p = 0,01$ )	Prevalensi Faktor risiko: 1. Perempuan: 20,8% 2. Usia 45-54 tahun: 25% 3. Perkotaan: 29,4% 4. Tidak Aktivitas fisik: 22,8% 5. Perokok: 16,2% 6. Alkohol: 20,4%
An, <i>et al.</i> , 2013	3,3 (1,2-9,1)	$p = 0,017$		
Chen, <i>et al.</i> , 2017	0,35 (0,27-0,45)	$p < 0,001$		
Han, <i>et al.</i> , 2019	8,68 (7,01-10,74)	$p < 0,001$	Indeks Massa Tubuh ( $p < 0,001$ ) Persentase Lemak Tubuh ( $p < 0,001$ ) Persentase Otot Rangka ( $p = 0,008$ )	Prevalensi Faktor risiko : 1. Usia 70 – 79 th: 12% 2. Laki – laki: 5,5% 3. Perokok dan mantan perokok: 4,7% 4. Etnis lain: 5,8% 5. Skotlandia: 5,6%
Harbuono, <i>et al.</i> , 2020	2,13 (1,87-2,43)	$p < 0,001$		
Li, <i>et al.</i> , 2014	1,55 (1,33-1,82)	$p = 0,004$		
Souza, <i>et al.</i> , 2019	1,50 ( 1,32-1,72)	$p < 0,001$	Indeks Bentuk Tubuh ( $p < 0,001$ ) Indeks Massa Tubuh ( $p < 0,001$ ) Rasio Pinggang terhadap Tinggi Badan ( $p < 0,001$ )	Prevalensi Faktor risiko : 1. Usia 70,3 th: 7,4% 2. Perempuan: 61,3% 3. Tidak pendidikan: 81,4% 4. Mantan perokok: 35,2% 5. Tidak Aktifitas fisik: 88,7%
Warren, <i>et al.</i> , 2012	7,40 (2,73-20,0)	$p < 0,006$		
Zheng, <i>et al.</i> , 2016	15,36 (9,27-25,43)	$p < 0,001$	Indek Adipositas Viseral ( $p = 0,04$ ) Indeks Massa Tubuh ( $p = 0,001$ ) Indeks Glukosa Trigliserida ( $p < 0,001$ ) Indeks Glukosa Trigliserida-Indeks Massa Tubuh ( $p < 0,001$ ) Indeks Glukosa Trigliserida–Lingkar Pinggang ( $p < 0,001$ )	

Menurut penelitian di Brazil pada obesitas sentral terjadi mobilisasi asam lemak bebas lebih cepat serta terhubung dengan sistem portal secara langsung, yang mengakibatkan ekstraksi insulin menurun sehingga terjadi hiperinsulinemia sistemik dan memacu glukoneogenesis. Penelitian di Amerika Serikat hiperglikemia dan hiperinsulinemia disebabkan oleh peningkatan lipolisis dan pelepasan asam lemak bebas (ALB) yang kemudian ditimbun di hati, otot skeletal, serta sel beta pankreas akibat dari peningkatan

pelepasan sitokin terutama *TNF alpha (Tumor Necrosis Factor)* dan IL-6 (Interleukin-6) karena obesitas sentral. Obesitas sentral mengakibatkan penurunan sensitivitas insulin atau resistensi insulin yang akhirnya terjadi hiperinsulinemia, penurunan sensitivitas insulin perifer ini terkait dengan lemak viseral (Freemark, 2005; Weiss *et al.*, 2003). Lemak *intra-abdominal* (lemak viseral) adalah organ endokrin aktif yang memproduksi sejumlah adipositokin seperti adiponektin, leptin, resistin, dan interleukin, yang memainkan peran penting dalam pengaturan nafsu makan dan energi (Han *et al.*, 2019). Produksi yang tidak seimbang dari faktor-faktor ini oleh massa lemak *intra-abdominal* yang membesar mungkin berkontribusi pada gangguan metabolik terkait berat badan (Lean dan Malkova, 2016).

Penelitian ini sesuai dengan penelitian yang sudah ada bahwa hubungan yang sangat kuat antara obesitas sentral yang sudah diyakini sebagai faktor penyebab utama diabetes melitus. Kenaikan berat badan yang melebihi *personal fat threshold* kemungkinan besar terjadi epigenetik yang cenderung untuk mengalami sindrom metabolik dan diabetes melitus dengan penumpukan lemak ektopik (hati dan pankreas) (Goedecke *et al.*, 2022). Penelitian sebelumnya juga telah menunjukkan hubungan yang lebih kuat antara lingkaran pinggang dengan kejadian diabetes melitus dalam penelitian lanjutan jangka panjang (Abe *et al.*, 2021). Penelitian ini juga sejalan dengan penelitian (Yang *et al.*, 2010) yang menyatakan lingkaran pinggang dikaitkan dengan metabolisme glukosa dan diabetes melitus bahkan ketika dikondisikan pada IMT, dengan kuat menunjukkan bahwa obesitas sentral lebih erat kaitannya dengan risiko pradiabetes dan menyarankan bahwa lingkaran pinggang harus dimasukkan dalam menilai risiko diabetes melitus di praktek klinis, bahkan pada pasien dengan IMT <25 kg/m<sup>2</sup>.

Berdasarkan dari sembilan artikel yang direview, lima diantaranya (An *et al.*, 2013, Han *et al.*, 2019, Harbuwono *et al.*, 2020, Warren *et al.*, 2012, dan Zheng *et al.*, 2016) menyatakan bahwa semakin besar nilai lingkaran pinggang semakin berisiko mengalami diabetes melitus. Kedelapan artikel yang telah dikaji (Alvim *et al.*, 2014, An *et al.*, 2013, Han *et al.*, 2019, Harbuwono *et al.*, 2020, Li *et al.*, 2014, Souza *et al.*, 2019, Warren *et al.*, 2012, dan Zheng *et al.*, 2016) dapat dilihat pada Tabel 3 menunjukkan hasil nilai lingkaran pinggang (mengalami obesitas sentral) merupakan faktor resiko kejadian diabetes melitus ditandai dengan nilai *Odd Ratio* >1 dengan *Confident Interval* tidak mencakup angka 1, sedangkan pada satu artikel yang di *review* (Chen *et al.*, 2017) menunjukkan hasil nilai lingkaran pinggang normal merupakan faktor protektif kejadian diabetes melitus ditandai dengan nilai *Odd Ratio* <1 dengan *Confident Interval* tidak mencakup angka 1 (Tabel 3). Penelitian ini sesuai dengan penelitian (Fitriyani, 2012) yang menyatakan bahwa individu dengan obesitas sentral 1,29 kali lebih berisiko menderita diabetes melitus dibandingkan dengan individu dengan lingkaran pinggang normal. Satu dari kesembilan artikel yang dikaji juga menyatakan prevalensi diabetes melitus meningkat seiring meningkatnya nilai lingkaran pinggang (obesitas sentral) (Li *et al.*, 2014). Lingkaran pinggang untuk menentukan obesitas sentral, lebih erat hubungannya dengan lemak viseral. Lemak viseral dikaitkan dengan peningkatan inflamasi yang bersirkulasi sitokin dan molekul adhesi yang mendorong peningkatan resistensi insulin dan diabetes melitus (Zhang *et al.*, 2021).

Selain pengukuran lingkaran pinggang untuk parameter deteksi dini risiko penyakit metabolik, ada pengukuran lain yang paling banyak berhubungan dengan kejadian diabetes melitus pada empat artikel penelitian yang di *review* yaitu Indeks Massa Tubuh (IMT) (Alvim *et al.*, 2014, Han *et al.*, 2019, Souza *et al.*, 2019, dan Zheng *et al.*, 2016) namun hasil IMT yang tinggi dapat disalah artikan mengalami *overweight* atau obesitas pada atlet atau orang yang bekerja dengan beban berat, dimana IMT yang tinggi menggambarkan massa otot rangka yang tinggi serta penelitian yang dilakukan di Eropa dan Cina individu dengan klasifikasi IMT normal dengan nilai lingkaran pinggang lebih tinggi memiliki peningkatan risiko penyakit metabolik dan kematian dini (Han *et al.*, 2019 dan Souza *et al.*, 2019).



Berdasarkan hasil dari sembilan artikel jurnal yang di *review*, dapat dilihat pada Tabel 3 data faktor risiko kejadian diabetes melitus pada individu dewasa dan lansia. Prevalensi diabetes melitus meningkat seiring bertambahnya usia (An *et al.*, 2013, Han *et al.*, 2019, dan Souza *et al.*, 2019), lebih tinggi pada laki-laki dibandingkan pada perempuan (Han *et al.*, 2019), lebih tinggi pada perempuan dibandingkan pada laki-laki (An *et al.*, 2013 dan Souza *et al.*, 2019), tidak berpendidikan dibandingkan berpendidikan (Souza *et al.*, 2019), penduduk perkotaan dibandingkan pedesaan (An *et al.*, 2013), di Skotlandia dibandingkan di Inggris (Han *et al.*, 2019), tidak melakukan aktivitas fisik dibandingkan melakukan aktivitas fisik (An *et al.*, 2013) dan (Souza *et al.*, 2019), pada perokok dan mantan perokok dibandingkan bukan perokok (An *et al.*, 2013, Han *et al.*, 2019, dan Souza *et al.*, 2019), peminum alkohol dibandingkan bukan peminum alkohol (An *et al.*, 2013), serta pada etnis minoritas dibandingkan kulit putih Kaukasia (Han *et al.*, 2019) (Tabel 3).

Menurut artikel penelitian (An *et al.*, 2013, Han *et al.*, 2019, dan Souza *et al.*, 2019) prevalensi diabetes melitus meningkat seiring bertambahnya usia karena terjadi perubahan pelepasan insulin yang dipengaruhi oleh glukosa dalam darah dan perubahan metabolisme karbohidrat sehingga pelepasan glukosa yang masuk ke dalam sel terhambat karena pengaruh insulin (Brunner & Suddarth, 2013). Bertambahnya usia secara degeneratif mempengaruhi penurunan sistem tubuh termasuk sistem endokrin, yang menyebabkan terjadinya resistensi insulin kemudian mengakibatkan kadar glukosa darah tidak stabil, sehingga terjadi peningkatan kejadian diabetes melitus (Isnaini & Ratnasari, 2018).

Prevalensi diabetes melitus lebih tinggi pada laki-laki dibandingkan pada perempuan pada penelitian Han *et al.*, (2019), namun tidak sejalan dengan penelitian yang dilakukan (An *et al.*, 2013 dan Souza *et al.*, 2019) yang menyatakan prevalensi diabetes mellitus lebih tinggi pada perempuan dibandingkan pada laki-laki. Hal ini mungkin terjadi akibat usia rata – rata perempuan pada penelitian Han *et al.*, (2019) lebih muda dibandingkan perempuan pada penelitian yang dilakukan (An *et al.*, 2013 dan Souza *et al.*, 2019) yang menunjukkan lebih banyak pengaruh hormone ovarium pada gangguan kardiometabolik yang terkait lemak visceral (Pradhan, 2014). Penelitian sebelumnya juga menyatakan prevalensi kejadian diabetes melitus lebih tinggi pada perempuan dibandingkan dengan laki laki, dikarenakan perempuan mengalami sindrom siklus bulanan (*premenstrual syndrome*), setelah menopause distribusi lemak menjadi mudah terakumulasi akibat proses hormonal sehingga pada usia tua wanita lebih berisiko menderita diabetes melitus (Trisnawati dan Setyorogo, 2013).

Artikel penelitian Souza *et al.*, (2019) menyatakan prevalensi diabetes melitus lebih tinggi pada individu yang tidak berpendidikan dibandingkan berpendidikan, karena individu yang mengenyam pendidikan umumnya lebih banyak memiliki pengetahuan mengenai kesehatan dan dengan begitu akan memiliki kesadaran menjaga kesehatan. Gradien pendidikan pada diabetes melitus telah dilaporkan di negara-negara berpenghasilan rendah, berpenghasilan menengah dan berpenghasilan tinggi. Pendidikan yang masih rendah pada negara-negara yang berpenghasilan rendah dan berpenghasilan menengah dikaitkan dengan kurangnya akses pelayanan kesehatan dan informasi tentang diabetes melitus, serta kurangnya peluang untuk menjalani hidup sehat dan pilihan gaya hidup individu (Agardh *et al.*, 2011).

Penelitian An *et al.*, (2013) mengatakan bahwa prevalensi diabetes melitus lebih tinggi pada penduduk perkotaan dibandingkan pedesaan. Penduduk perkotaan seringkali hidup dengan kondisi sosial ekonomi yang lebih baik, tingkat pendidikan yang lebih tinggi dan aktivitas fisik yang lebih sedikit dibandingkan dengan penduduk pedesaan. Penduduk perkotaan masih sangat dipengaruhi oleh gaya hidup tidak sehat yang melibatkan kurangnya aktivitas fisik dan konsumsi alkohol secara berlebihan meskipun mereka memiliki tingkat melek huruf yang lebih tinggi, serta lebih banyak pekerjaan dan pendapatan. Perlu dicatat bahwa penduduk perkotaan memiliki status sosial ekonomi yang lebih baik sebagai indikator pendidikan, pendapatan dan pekerjaan secara signifikan lebih baik daripada penduduk

pedesaan. Studi terbaru menunjukkan bahwa pengetahuan dan kesadaran tentang diabetes di daerah pedesaan buruk dan ini dapat berkontribusi pada kontrol glikemik yang buruk untuk penduduk pedesaan (Du *et al.*, 2016), sejalan dengan penelitian yang dilakukan Han *et al.*, (2019) menyatakan bahwa prevalensi diabetes melitus lebih tinggi di Skotlandia dibandingkan di Inggris. Proporsi peserta dalam penelitian Aung (2018) yang memeriksakan gula darahnya ke dokter atau petugas kesehatan lebih tinggi di perkotaan dibandingkan di pedesaan. Hal ini menunjukkan bahwa masyarakat perkotaan memiliki akses yang lebih mudah ke fasilitas kesehatan daripada peserta pedesaan dan mungkin lebih sadar akan manfaat skrining diabetes. Selain itu, di antara mereka yang didiagnosis diabetes, proporsi diabetes melitus terkontrol lebih tinggi di perkotaan daripada di pedesaan. Hal ini juga dapat dikaitkan dengan akses kesehatan yang lebih baik, serta dengan tingkat pendidikan yang lebih tinggi dan informasi yang tersedia tentang diabetes melitus dan gaya hidup sehat (Aung *et al.*, 2018).

Faktor pola hidup dan perilaku yang kurang baik seperti kurangnya aktivitas fisik, merokok dan seringnya mengonsumsi alkohol juga beresiko meningkatkan kejadian diabetes melitus. Hal ini sejalan dengan penelitian (An *et al.*, 2013 dan Souza *et al.*, 2019) tidak melakukan aktivitas fisik lebih berisiko mengalami diabetes melitus dibandingkan melakukan aktivitas fisik. Aktivitas fisik berperan dalam mengontrol glukosa darah, saat melakukan aktivitas fisik secara teratur tubuh akan mengubah sejumlah glukosa menjadi energi dan sel tubuh akan lebih sensitif untuk menghasilkan insulin dalam tubuh sehingga kadar glukosa dalam darah akan berkurang. Individu yang jarang melakukan aktivitas fisik akan mengakibatkan zat makan yang masuk kedalam tubuh tidak dibakar menjadi energi namun akan ditimbun dalam tubuh dalam bentuk cadangan lemak dan glukosa. Jika insulin dalam tidak mencukupi untuk mengubah glukosa menjadi energi maka akan mengakibatkan kejadian diabetes melitus (Trisnawati dan Setyorogo, 2013).

Prevalensi diabetes melitus lebih tinggi pada perokok dan mantan perokok dibandingkan dengan dengan bukan perokok menurut hasil penelitian (An *et al.*, 2013, Han *et al.*, 2019, dan Souza *et al.*, 2019), karena kebiasaan merokok mengakibatkan penebalan dinding plasma pembuluh darah (aterosklerosis) dan menyebabkan komplikasi kardiovaskuler. Kebiasaan merokok meningkatkan prevalensi sindrom metabolik hal ini dibuktikan dengan peningkatan resiko penurunan HDL (*High Density Lipoprotein*) kolesterol, peningkatan trigliserida dan meningkatnya nilai lingkar pinggang (Slagter *et al.*, 2013). Kandungan adiponektin secara parsial memediasi pengaruh merokok pada diabetes melitus (Hilawe *et al.*, 2015). Kandungan nikotin dan bahan kimia lain pada rokok mengakibatkan sensitivitas insulin menurun dan meningkatkan hormon katekolamin dalam tubuh yaitu hormon adrenalin dan noradrenalin. Pelepasan hormon adrenalin tersebut mengakibatkan naiknya denyut jantung, tekanan darah, glukosa darah, dan pernafasan (Kusnadi *et al.*, 2017).

Peminum alkohol lebih berisiko mengalami diabetes melitus dibandingkan bukan peminum alkohol menurut penelitian An *et al.*, (2013), karena konsumsi alkohol akan menyebabkan terjadinya kegemukan karena alkohol akan dipecah menjadi asetat saat masuk dalam tubuh, yang akhirnya membuat tubuh membakar asetat terlebih dahulu dibandingkan dengan zat lain seperti lemak dan glukosa. Alkohol juga menghambat proses pembakaran kalori dari lemak dan glukosa disebabkan alkohol menghambat proses oksidasi lemak dalam tubuh. Alkohol juga berhubungan dengan kejadian diabetes melitus karena alkohol mempengaruhi kelenjar endokrin, sehingga melepaskan epinefrin yang mengakibatkan hiperglikemia transient dan hiperlipidemia (Suyono *et al.*, 2018).

Menurut penelitian Han *et al.*, (2019) menyatakan bahwa prevalensi diabetes melitus lebih tinggi pada etnis minoritas dibandingkan kulit putih Kaukasia, hal ini umumnya dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor lain yang sudah dipaparkan sebelumnya seperti faktor pola makan, obesitas, gaya hidup, lingkungan dan kebiasaan perilaku (aktivitas fisik, konsumsi

alkohol, paparan asap rokok) serta genetik atau riwayat keluarga. Terutama populasi Asia memiliki kecenderungan ke arah obesitas sentral yang lebih besar dan massa otot yang lebih sedikit menimbulkan peningkatan resistensi insulin dibuktikan dengan *Computer based tomography* telah menunjukkan bahwa orang Asia memiliki lebih banyak lemak visceral daripada orang Kaukasia dengan lingkaran pinggang yang sama (Chan *et al.*, 2009), sejalan dengan hasil analisis *literature review* pada 9 artikel prevalensi kejadian diabetes melitus tertinggi adalah penelitian yang dilakukan oleh (Zheng *et al.*, 2016) di Kota Shanghai, Tiongkok sebesar 30,05% yang merupakan negara berkembang di wilayah Asia.

## SIMPULAN

Berdasarkan kesembilan artikel jurnal penelitian yang telah di *review* menyatakan bahwa prevalensi kejadian diabetes melitus tertinggi di Kota Shanghai, Tiongkok sebesar 30,05% yang merupakan Negara berkembang di benua Asia. Terdapat hubungan yang signifikan antara nilai lingkaran pinggang dengan kejadian diabetes mellitus dengan nilai *p-value* <0,05. Prevalensi diabetes melitus meningkat seiring bertambahnya usia, lebih tinggi pada laki-laki dan lebih tinggi pada perempuan, tidak berpendidikan, penduduk perkotaan, tidak melakukan aktivitas fisik, pada perokok dan mantan perokok, peminum alkohol, pada etnis minoritas dibandingkan kulit putih Kaukasia, serta di Skotlandia dibandingkan di Inggris. Oleh karena itu, perlu intervensi mempertahankan nilai lingkaran pinggang normal untuk mencegah kejadian diabetes melitus.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada orang tua yang telah memberikan dukungan moral dan material selama kegiatan penelitian, dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan dan motivasi selama proses penyusunan dan penyelesaian skripsi, dosen penguji yang telah membantu memperkuat kualitas artikel, serta petugas perpustakaan yang telah membantu dalam mencari dan menyediakan referensi yang dibutuhkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abe, M., Fujii, H., Funakoshi, S., Satoh, A., Kawazoe, M., & Maeda, T. (2021). Comparison of body mass index and waist circumference in the prediction of diabetes: a retrospective longitudinal study. *Diabetes Therapy*, 12(10), 2663–2676. <https://doi.org/10.1007/s13300-021-01138-3>
- Agardh, E., Allebeck, P., Hallqvist, J., Moradi, T., & Sidorchuk, A. (2011). Type 2 diabetes incidence and socio-economic position: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Epidemiology*, 40(February), 804–818. <https://doi.org/10.1093/ije/dyr029>
- Alvim, R. D. O., Mourao-junior, C. A., Oliveira, C. M. De, Krieger, J. E., Mill, J. G., & Pereira, A. C. (2014). Body mass index, waist circumference, body adiposity index, and risk for type 2 diabetes in two populations in Brazil: general and amerindian. *PLoS ONE*, 9(6), 1–5. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0100223>
- American Diabetes Association. (2021). Classification and diagnosis of diabetes: standards of medical care in diabetes 2021. *Diabetes Care*, 44(January), 15–33. <https://doi.org/10.2337/dc21-S002>
- An, Y., Yi, S., Fitzpatrick, A., Gupta, V., Prak, P. R., Oum, S., & Logerfo, J. P. (2013). Appropriate body mass index and waist circumference cutoff for overweight and central obesity among adults in Cambodia. *PLoS ONE*, 8(10), 1–10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0077897>
- Aung, W. P., Htet, A. S., Bjertness, E., Stigum, H., Chongsuvivatwong, V., Karoline, M., & Kjøllesdal, R. (2018). Urban – rural differences in the prevalence of diabetes mellitus

- among 25 – 74 year-old adults of the Yangon Region , Myanmar : two cross-sectional studies. *BMJ Open*, 8, 1–9. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-020406>
- Barasi, M. E. (2009). *At glance ilmu gizi* (H. Halim (ed.)). Erlangga.
- Brunner, & Suddarth. (2013). *Buku ajar keperawatan medikal bedah. edisi 8 volume 1*. (S. C. Smaltzer & B. G. Bare (eds.); 8th ed.). EGC.
- Burhans, M. S., Hagman, D. K., Kuzma, J. N., Schmidt, K. A., Kratz, M., Program, P., & Cancer, F. H. (2019). Contribution of adipose tissue inflammation to the development of type 2 diabetes mellitus. *Compr Physiol*, 9(1), 1–58. <https://doi.org/10.1002/cphy.c170040>.Contribution
- Chan, J. C. N., Malik, V., Jia, W., Kadowaki, T., Yajnik, C. S., Yoon, K.-H., & Hu, F. B. (2009). Diabetes in Asia epidemiology, risk factors, and pathophysiology. *Jama*, 301(20), 2129–2140. <https://doi.org/10.1001/jama.2009.726>
- Chen, C., Liu, K., Hsu, C., Chang, H., Chung, H., Liu, J., Liu, Y., Tsai, T., Liaw, W., Lin, I., Wu, H., Juan, C., Chiu, H., Lee, M. M., & Hsiung, C. A. (2017). Healthy lifestyle and normal waist circumference are associated with a lower 5-year risk of type 2 diabetes in middle-aged and elderly individuals. *Medicine*, 6(November 2016), 1–9. <http://dx.doi.org/10.1097/MD.00000000000006025>
- Dewi, M. (2007). Resistensi insulin terkait obesitas : mekanisme endokrin dan intrinsik sel. *Jurnal Gizi Dan Pangan*, 2(2), 49–54.
- Du, G., Su, Y., Yao, H., Zhu, J., Ma, Q., Tuerdi, A., He, X., Wang, L., Wang, Z., Xiao, S., Wang, S., & Su, L. (2016). Metabolic risk factors of type 2 diabetes mellitus and correlated glycemic control/complications : a cross-sectional study between rural and urban Uygur residents in Xinjiang Uygur autonomous region. *PLoS ONE*, 9(11), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0162611>
- Fitriyani. (2012). *Prevalensi dan faktor resiko kejadian diabetes tipe 2 di daerah urban Indonesia (analisa data sekondr riskesdas 2007)* (p. Skripsi 57). Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia.
- Freemark, M. (2005). Metabolic consequences of obesity and their management. In C. Brook, P. Clayton, & R. Brown (Eds.), *Clinical pediatric endocrinology, 5th edition* (5th ed.). Blackwell Publishing Oxford.
- Goedecke, J. H., Chikowore, T., Mendham, A. E., Norris, S. A., Crowther, N. J., Karpe, F., Olsson, T., Pascal, A., & Lisa, K. (2022). Waist circumference thresholds predicting incident dysglycaemia and type 2 diabetes in Black African men and women. *Diabetes Obes Metab*, 24(January), 918–927. <https://doi.org/10.1111/dom.14655>
- Han, T. S., Gindan, Y. Y. Al, Govan, L., Hankey, C. R., & Lean, M. E. J. (2019). Associations of BMI , waist circumference , body fat , and skeletal muscle with type 2 diabetes in adults. *Acta Diabetologica*, 56(8), 947–954. <https://doi.org/10.1007/s00592-019-01328-3>
- Harbuwono, D. S., Tahapary, D. L., Juli, T., Tarigan, E., & Yunir, E. (2020). New proposed cut-off of waist circumference for central obesity as risk factor for diabetes mellitus : Evidence from the Indonesian basic national health survey. *PLoS ONE*, 15(11), 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242417>
- Hilawe, E. H., Yatsuya, H., Li, Y., Uemura, M., Wang, C., Chiang, C., Toyoshima, H., Tamakoshi, K., Zhang, Y., Kawazoe, N., & Aoyama, A. (2015). Smoking and diabetes : is the association mediated by adiponectin, leptin, or c-reactive protein ? *Journal Epidemiology*, 25(2), 99–109. <https://doi.org/10.2188/jea.JE20140055>
- Hu, F. B. (2011). Globalization of diabetes the role of diet, lifestyle, and genes. *Diabetes Care*, 34, 1249–1257. <https://doi.org/10.2337/dc11-0442>

- Huang, T., Qi, Q., Zheng, Y., Ley, S. H., Manson, J. A. E., Hu, F. B., & Qi, L. (2015). Genetic predisposition to central obesity and risk of type 2 diabetes: Two independent cohort studies. *Diabetes Care*, 38(7), 1306–1311. <https://doi.org/10.2337/dc14-3084>
- Ilimi, A. F., & Utari, D. M. (2020). Hubungan lingkaran pinggang dan rasio lingkaran pinggang-panggul (RLPP) terhadap kadar glukosa darah puasa pada mahasiswa. *Journal Of Nutrition Collage*, 9(Dm), 222–227. <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jnc/>
- International Diabetes Federation. (2021). *IDF Diabetes Atlas 10th edition*. [www.diabetesatlas.org](http://www.diabetesatlas.org)
- Isnaini, N., & Ratnasari. (2018). Faktor risiko mempengaruhi kejadian Diabetes mellitus tipe dua Risk factors was affects of diabetes mellitus type 2. *Jurnal Keperawatan Dan Kebidanan Aisyiyah*, 14(1), 59–68. Doi : <http://dx.doi.org/10.31101/jkk.550>
- Kusnadi, G., Murbawani, E. A., & Fitranti, D. Y. (2017). Faktor risiko diabetes meitus pada petani dan buruh. *Journal of Nutrition College*, 6(2), 138–148. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jnc>
- Lean, M. E. J., & Malkova, D. (2016). Altered gut and adipose tissue hormones in overweight and obese individuals: cause or consequence? *International Journal of Obesity*, 40(4), 622–632. <https://doi.org/10.1038/ijo.2015.220>
- Li, S., Xiao, J., Ji, L., Weng, J., Jia, W., Lu, J., Guo, X., Liu, J., Shan, Z., Zhu, D., Chen, L., Zhao, Z., Ji, Q., Ge, J., Li, Q., Lin, L., Yang, Z., He, J., Yang, W., ... Hospital, F. P. (2014). BMI and waist circumference are associated with impaired glucose metabolism and type 2 diabetes in normal weight Chinese adults. *J Diabetes Complications*, 28(4), 470–476. <https://doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2014.03.015>.BMI
- Micic, D., & Cvijovic, G. (2008). Diabetes and lifestyle abdominal obesity and type 2 diabetes. *European Endorynology*, 4, 26–28. <https://doi.org/10.17925/EE.2008.04.00.26>
- Pathmanathan, S., & Somasundaram, N. P. (2014). HbA1C and diabetes – an overview. *Sri Lanka Journal of Diabetes Endocrinology and Metabolism*, 3(2), 104. <https://doi.org/10.4038/sjdem.v3i2.6379>
- Pradhan, A. D. (2014). Sex differences in the metabolic syndrome: implications for cardiovascular health in women. *Clinical Chemistry*, 60(1), 44–52. <https://doi.org/10.1373/clinchem.2013.202549>
- Savage, D. B., Petersen, K. F., & Shulman, G. I. (2005). Mechanisms of insulin resistance in humans and possible links with inflammation. *Hypertension*, 45, 828–833. <https://doi.org/10.1161/01.HYP.0000163475.04421.e4>
- Slagter, S. N., Vliet-ostaptchouk, J. V. Van, Vonk, J. M., Boezen, H. M., Dullaart, R. P. F., Kobold, A. C. M., Feskens, E. J., Beek, A. P. Van, Klauw, M. M. Van Der, & Wolffenbuttel, B. H. R. (2013). Associations between smoking , components of metabolic syndrome and lipoprotein particle size. *BMC Medicine*, 11(195), 1–15. <http://www.biomedcentral.com/1741-7015/11/195>
- Soetiarto, F., Roselinda, & Suhardi. (2007). Hubungan diabetes melitus dengan obesitas berdasarkan indeks massa tubuh dan lingkaran pinggang data risikesdas 2007. *Bul. Penelitian Kesehatan*, 38(1), 36–42.
- Souza, M. A. N.-, Lima-costa, M. F., & Peixoto, S. V. (2019). “ A body shape index ” and its association with arterial hypertension and diabetes mellitus among Brazilian older adults: national health survey (2013) “a body shape index” e a associação com hipertensão arterial e diabetes mellitus entre idosos bras. *Cadernos De Saude Publica*, 35(8), 1–11. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00175318>

- Sun, Q., Spiegelman, D., Dam, R. M., Holmes, M. D., Malik, V. S., Willett, W. C., & Hu, F. B. (2011). White rice, brown rice, and risk of type 2 diabetes in US men and women. *Arch Intern Med*, 170(11), 961–969. <https://doi.org/10.1001/archinternmed.2010.109>. White
- Suyono, S., Waspadji, S., Soegondo, S., Sukardji, K., Ilyas, E. I., Basuki, E., & Irawati, D. (2018). *Penatalaksanaan diabetes melitus terpadu : panduan penatalaksanaan diabetes melitus bagi dokter dan edukator* (2nd ed.). Balai Penerbit FKUI.
- Syafiq, W. M. (2020). Correlation between waist circumference and glycated haemoglobin ( HbA1c ) among type 2 diabetes mellitus patients in diabetic polyclinic Sanglah general hospital Denpasar - Indonesia. *Neurologico Spinale Medico Chirurgico*, 3(2), 66–70. <https://doi.org/10.36444/nsmc.v3i2.116>
- Trisnawati, S. K., & Setyorogo, S. (2013). Faktor risiko kejadian diabetes melitus tipe 2 di puskesmas kecamatan Cengkareng Jakarta Barat tahun 2012. *Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 5(1), 6–11.
- Veghari, G., Sedaghat, M., Joshaghani, H., Banihashem, S., Moharloei, P., Angizeh, A., Tazik, E., Moghaddami, A., Hajian-tilaki, K., & Zahedpasha, Y. (2014). The association of fasting blood glucose (FBG) and waist circumference in northern adults in Iran : a population based study. *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders*, 13(2), 1–6. <http://www.jdmdonline.com/content/13/1/2>
- Warren, T. Y., Wilcox, S., Dowda, M., & Baruth, M. (2012). Independent association of waist circumference with hypertension and diabetes in african american. *Preventing Chronic Disease*, 9(Cvd), 1–9. DOI: <http://dx.doi.org/10.5888/pcd9.110170>
- Weiss, R., Dufour, S., Taksali, S. E., Tamborlane, W. V., Petersen, K. F., Bonadonna, R. C., Boselli, L., Barbetta, G., Allen, K., Rife, F., Savoye, M., Dziura, J., Sherwin, R., Shulman, G. I., & Caprio, S. (2003). Prediabetes in obese youth: A syndrome of impaired glucose tolerance, severe insulin resistance, and altered myocellular and abdominal fat partitioning. *Lancet*, 362(9388), 951–957. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(03\)14364-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(03)14364-4)
- Yang, W., Lu, J., Weng, J., Ge, J., Lin, L., Chen, L., Guo, X., Zhao, Z., Li, Q., Zhou, Z., Shan, G., Ph, D., He, J., & Ph, D. (2010). Prevalence of diabetes among men and women in china. *N Engl J Med*, 362(12), 1090–1111.
- Zhang, F., Ren, J., Zhang, P., Jin, H., Qu, Y., Yu, Y., Guo, Z., & Yang, Y. (2021). Strong association of waist circumference (WC), body mass index (BMI), waist-to-height ratio (WHtR), and waist-to-hip ratio (WHR) with diabetes : a population-based cross-sectional study in Jilin province , China. *Journal of Diabetes Research*, 2021, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2021/8812431>
- Zheng, S., Shi, S., Ren, X., Han, T., Li, Y., Chen, Y., Liu, W., Hou, P. C., & Hu, Y. (2016). Triglyceride glucose - waist circumference , a novel and effective predictor of diabetes in first - degree relatives of type 2 diabetes patients : cross sectional and prospective cohort study. *Journal of Translational Medicine*, 14(260), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12967-016-1020-8>