

PERBEDAAN WAIST TO HIP RATIO, FAT FOLDS, DAN BODY MASS INDEX PADA INDIVIDU SEHAT DENGAN INDIVIDU DIABETES MELITUS TIPE 2 DI MALANG RAYA

Muhammad Baldan Salim*, Reza Hakim, Rahma Triliana

*Fakultas Kedokteran, Universitas Islam Malang

ABSTRAK

Pendahuluan: Diabetes Melitus tipe 2 (DMT 2) dapat menyebabkan penurunan berat badan dan perubahan status gizi akibat hiperglikemia dan gangguan metabolisme karbohidrat, protein, dan lemak. Pengelolaan pasien DMT 2 dapat dilakukan dengan memonitoring status metabolik, khususnya kadar glukosa darah. Penelitian ini untuk mengetahui perbedaan *Waist to Hip Ratio* (WHR), *Fat Folds* (FF), dan *Body Mass Index* (BMI) individu sehat dengan individu DMT 2 pada usia dan jenis kelamin yang sama di Malang Raya.

Metode: Penelitian *Descriptive-analytic* dengan pendekatan *Cross-sectional* menggunakan responden perempuan dan laki-laki diatas 40 tahun yang dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu DMT 2 (n= 32) dan sehat (n= 28). Pemeriksaan BMI menggunakan timbangan dan alat ukur tinggi badan sedangkan pada WHR menggunakan alat ukur lingkaran badan, dan pemeriksaan FF menggunakan alat *skinfold caliper*. Selanjutnya data dianalisis menggunakan uji *independent t-test* kemudian dilanjutkan dengan uji *pearson correlation*.

Hasil: Tidak didapatkan perbedaan yang signifikan antara FF dan WHR antar dua kelompok ($p < 0,370$; $p < 0,519$). Tidak didapatkan perbedaan yang signifikan antara BMI individu DM tipe 2 ($26,41 \pm 3,42$) dan sehat ($25,75 \pm 4,53$) ($p < 0,519$). Beberapa faktor yang mempengaruhi hasil pemeriksaan dan nilai statistik, yaitu proses proteolisis, genetik individu, obat-obatan, dan jumlah sampel yang tidak seimbang.

Kesimpulan: Tidak didapatkan perbedaan signifikan pada WHR, FF, dan BMI individu sehat dengan individu diabetes melitus tipe 2 berdasarkan usia dan jenis kelamin yang sama di Malang Raya.

Kata Kunci: Diabetes Melitus, *Body Mass Index*, *Fat Folds*, dan *Waist to Hip Ratio*

Korespondensi:

Rahma Triliana

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

e-mail: rahmatriliana@unisma.ac.id

THE DIFFERENCE OF WAIST TO HIP RATIO, FAT FOLDS, AND BODY MASS INDEX BETWEEN ON HEALTHY INDIVIDUALS WITH DIABETES MELLITUS IN MALANG RAYA

Muhammad Baldan Salim, Reza Hakim, Rahma Triliana

Medical Faculty, University of Islam Malang

ABSTRACT

Introduction: Diabetes Mellitus type 2 (DMT 2) can cause weight loss and changes in nutritional status due to hyperglycemia and disorders of carbohydrate, protein, and fat metabolism. Management of DMT 2 patients can be done by monitoring metabolic status, especially blood glucose levels. This study to determine differences in *Waist to Hip Ratio* (WHR), *Fat Folds* (FF) and *Body Mass Index* (BMI) on healthy individuals with type 2 diabetes at the same age and sex in Malang Raya.

Methods: Study *Descriptive-analytic* with approach *Cross-sectional* using female and male respondents over 40 years who were divided into 2 groups, namely type 2 DM (n = 32) and healthy (n = 28). The BMI examination uses a scale and height measuring device, while the WHR uses a body circumference measurement tool, and FF measurements use a *skinfold caliper*. Furthermore, the data were analyzed using the independent t-test and then continued with the *pearson correlation* test.

Results: There was no significant difference the FF and WHR values between the two groups ($p < 0.370$; $p < 0.519$). There was no significant difference between the BMI of individuals with type 2 DM (26.41 ± 3.42) and healthy (25.75 ± 4.53) ($p < 0.519$). Several factors affect the results of the examination and statistic values, namely the proteolysis process, individual genetics, drugs, and the number of samples that are not balanced.

Conclusion: There was no significant difference in WHR, FF, and BMI on healthy individuals with type 2 diabetes mellitus based on the same age and sex in Malang Raya.

Keywords: Diabetes Mellitus, *Body Mass Index*, *Fat Folds*, and *Waist to Hip Ratio*

Corresponding author:

Rahma Triliana

e-mail: rahmatriliana@unisma.ac.id

PENDAHULUAN

Diabetes Melitus Tipe 2 (DMT 2) merupakan kronis dengan hiperglikemia dan gangguan metabolisme karbohidrat, protein serta lemak.^{1,2} Jumlah penderita DMT 2 meningkat 4 kali lipat dari 108 juta tahun 1980 menjadi 422 juta tahun 2014.³ Di Indonesia, penderita DMT 2 dengan usia >15 tahun berjumlah 13 juta atau 6,9 % sedangkan di Jawa Timur, angka kejadian DMT 2 juga mengalami kenaikan dari 1,1% tahun 2007 menjadi 2,1% tahun 2013. Di Kota Malang, prevalensi DMT 2 menduduki urutan ke-11 dari 38 kota dan kabupaten di Jawa Timur.⁴

Pengelolaan pasien DMT 2 dapat dilakukan dengan memonitoring status metabolik, khususnya kadar glukosa darah dan Hemoglobin A1 terglukasi (HbA1c).⁵ Kendali glukosa yang buruk dapat menurunkan status gizi penderita DMT 2, sehingga evaluasi dan pemantauan berkala kadar HbA1c dan status gizi penderita DMT 2 perlu dilakukan.⁶

Evaluasi status gizi dapat dilakukan dengan mengukur *body mass index* (BMI), *fat folds* (FF), dan *waist to hip ratio* (WHR) atau dengan mengukur antropometri individu. Hal ini karena metode ini mudah, murah, serta mudah untuk diaplikasikan.⁷ Penelitian sebelumnya menunjukkan hubungan yang lemah antara FF dengan HbA1c dan gula darah acak penderita DMT 2. Hal ini disebabkan oleh pengukuran lemak metode FF kurang efektif dibandingkan pengukuran *Waist to Hip Ratio* (WHR).⁸ Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa peningkatan WHR berhubungan dengan obesitas sentral, dan peningkatan resiko penyakit metabolik,⁹ dan kadar glukosa darah puasa penderita DM^{10,11} namun pada penelitian lain menunjukkan penurunan nilai WHR.¹² Perbedaan ini menyebabkan penelitian yang mengkombinasikan pengukuran BMI, WHR dan FF pada penderita DM untuk mengetahui status gizinya perlu dilakukan.¹²

Penelitian mengenai pengukuran antropometri individu dengan dan tanpa DM jarang dilakukan di Indonesia serta sering tidak dilakukan penyeteraan gender dan usia. Penelitian lebih lanjut untuk mengetahui mengenai perbedaan hasil antropometri individu dengan dan tanpa DM tipe 2 perlu dilakukan. Berdasarkan ulasan diatas, penelitian ini untuk mengetahui perbedaan *body mass index*, *fat folds*, dan *waist to hip ratio* pada individu dengan dan tanpa DM tipe 2 di Malang Raya

METODE

Desain, Waktu, dan Tempat Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian *Descriptive Analytic* dengan pendekatan *Cross Sectional* untuk membuktikan perbedaan perbedaan status antropometri (*fat fold*, WHR, BMI) pada individu dengan dan tanpa DMT-2 dengan dan tanpa DMT 2 di Malang Raya. Penelitian ini dilaksanakan di Lingkungan Kampus Universitas Islam Malang, RSI UNISMA, dan rumah responden yang tersebar di Malang Raya, yang dimulai pada bulan Februari-April 2021. Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan kelayakan etik dari komisi etik Penelitian Fakultas Kedokteran Universitas Islam Malang dengan No.014/LE.003/XII/01/2020.

Pengelompokkan Sampel Penelitian

Sampel penelitian ini adalah individu wanita atau pria usai >40 tahun yang menderita DMT 2 dengan durasi >5 tahun dan/atau 2-5 tahun serta individu sehat. Sampel kemudian dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu individu DMT 2 dan sehat yang dilakukan pengukuran *body mass index*, *fat folds* & *waist to hip ratio*.

Penyusunan *inform Consent* Pra Penelitian

Responden pada penelitian ini diberikan *informed consent* sebelum dilakukan penelitian. Responden yang menyetujui *Informed consent*, diberikan *Questioner Pre Research*. Apabila responden memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi maka dilanjutkan dengan pemeriksaan *finger prick* test, pengambilan darah tepi, pemeriksaan *body mass index*, *fat folds* & *waist to hip ratio*. Pengambilan sampel dilakukan pada masa pandemi COVID-19, responden diberikan kuisioner COVID-19 oleh tim peneliti yang ditanyakan langsung pada responden melalui via telepon.

Pemeriksaan Glukosa Darah Acak Dengan Glukostik

Responden dijelaskan tentang pemeriksaan glukosa darah acak. Responden kemudian diminta untuk mempersiapkan diri. Responden kemudian dilakukan desinfeksi pada jari dengan *alkohol swab* dan selanjutnya dilakukan penusukan pada ujung jari menggunakan lanset. Darah yang menetes diarahkan pada glukostik sehingga muncul angka kadar glukosa darah acak pasien dengan satuan mg/dl.

Pengambilan Sampel Darah Tepi

Responden dijelaskan tentang teknik pengambilan sampel darah tepi. Responden kemudian dilakukan pengambilan sampel darah tepi pada vena mediana cubital. Darah kemudian diambil 7,5 cc menggunakan spuit 23G. Darah kemudian dibagi menjadi 2,5 cc ke tabung EDTA dan 4 cc ke tabung non EDTA. Darah non EDTA kemudian dilakukan pemeriksaan HbA1c.

Pemeriksaan HbA1c

Menyiapkan 3 tabung reaksi diberi label blanko, standard dan sampel darah. Kemudian sentrifugasi sampel darah yang beku guna memisahkan plasma dan serum. Masukkan reagen kerja sebanyak 1000 μ l kedalam 3 tabung. Tambahkan 10 μ l reagen standar kedalam tabung standard dan tabung sampel. Kemudian sampel dihomogenkan dan diinkubasi selama 10 menit pada suhu 20°C dan dibaca pada spektrofometer dengan panjang gelombang 546nm, f=100.

Pengukuran Waist to Hip Ratio

Responden diminta untuk berdiri tegak dengan kaki rapat, lengan disamping, berat merata di seluruh kaki dan responden diminta untuk ekspirasi seperti biasa. Pengukuran lingkaran pinggang dilakukan dari titik tengah antara costae VII dengan crista illiaca. Pengukuran lingkaran pinggul dilakukan pada bagian panggul pada lingkaran terbesar antara pinggang dan paha. Pemeriksaan diulang 2x, dan di rata-rata bila terdapat perbedaan ukuran kurang dari 1cm, dan diulang apabila terdapat perbedaan lebih dari 1 cm. kemudian menghitung *Waist to Hip Ratio* (WHR) dengan rumus :

$$WHR = \frac{\text{Lingkar pinggang (cm)}}{\text{Lingkar panggul (cm)}}$$

Pengukuran Fat Fold

Pengukuran antropometri dilakukan pada rumah responden. Responden diminta berdiri tegak dan rileks, kemudian responden diminta untuk memposisikan tangan dalam keadaan fleksi agar m. triceps dalam kondisi relaksasi. Pada m. triceps dicari panjang lengan atas dan cari titik tengahnya (*mid-point*). Pada titik tengah tersebut dicubit dengan ibu jari dan telunjuk, tarik sedikit lipatan

kulit dan jepit dengan caliper sedalam 2 cm. selanjutnya, hasil pemeriksaan dapat dibaca dalam ukuran mm, lalu diulangi 2-3x pengukuran untuk mencari nilai rata-ratanya.

Pemeriksaan *Body Mass Index*

Responden diminta untuk menimbang berat badan (Kg) dan mengukur tinggi badan (m). hasil dari pengukuran tersebut dicatat dan dilakukan penghitungan BMI dengan menggunakan rumus :

$$BMI = \frac{\text{Berat badan (kg)}}{\text{Tinggi badan (m}^2\text{)}}$$

Analisa Data Statistik

Data yang didapatkan dimasukkan kedalam tabulasi data SPSS kemudian dilakukan analisis dengan menggunakan *independent t-test* kemudian dilanjutkan dengan uji *pearson correlation* untuk mengetahui korelasi antara variabel dependen dan variabel independen.

HASIL DAN ANALISA DATA

Karakteristik Responden

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa uji *independent t-test* menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar GDA pada kelompok DMT 2 dan sehat adalah 267,06 \pm 112,4 dan 108,71 \pm 22,36. Hal yang sama juga ditemukan pada nilai HbA1c pada kelompok DMT 2 adalah 10,22 \pm 2,49 dan sehat 5,78 \pm 0,37 yang berbeda signifikan. Sebagian besar kelompok DMT 2 memiliki berat badan overweight dan tidak ada yang memiliki berat badan kategori obesitas 2. Rata-rata BMI pada kelompok DMT 2 dan sehat adalah 26,41 \pm 3,42 dan 25,75 \pm 4,53 dengan tidak berbeda signifikan.

Sebagian besar subjek penelitian memiliki nilai FF normal baik pada kelompok DMT 2 maupun sehat. Rata-rata nilai FF dari DMT 2 dan sehat adalah 26,41 \pm 3,42 dan 25,75 \pm 4,53 yang menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

Kedua kelompok sebagian besar memiliki WHR yang tergolong obesitas dengan nilai rasio WHR pada DMT 2 dan sehat yaitu 0,94 \pm 0,06 dan 0,90 \pm 0,06 dengan tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

Tabel 1 Karakteristik Responden Penelitian

No	Karakteristik Responden	Kelompok Penelitian				<i>p</i>	
		Sehat (n=28)	DMT2 (n=32)	Normalitas Kolmogorov-Smirnov/Shapiro-Wilk			
				Sehat	DMT2		<i>Independent T-test</i>
1	GDA Glucose-meter (mg/dL)*	108,71±22,36	267,06±112,40	0.200/0.921	0.081/0.130	0.000	-
	<200	28 (100,0%)	8 (25,0%)				
	200-300	0 (0,0%)	15 (46,9%)				
	300-400	0 (0,0%)	6 (18,8%)				
	400-500	0 (0,0%)	2 (6,3%)				
	>500	0 (0,0%)	1 (3,1%)				
2	HbA1c*	5,78±0,377	10,22±2,492	0.008/0.063	0.083/0.111	0.000	-
3	BMI (kg/m ²)	25,75±4,53	26,41±3,42	0.200/0.182	0.200/0.066	0,519	-
	Normal	11 (18,3)	11 (18,3)				
	Overweight	11 (18,3)	16 (26,7)				
	Obesitas 1	5 (8,3)	5 (8,3)				
	Obesitas 2	1 (1,7)	0 (0)				
4	FF (mm)	26,41±3,42	25,75±4,53	0.120/0.056	0.120/0.059	0,370	-
	Underfat	11 (18,3)	11 (18,3)				
	Normal	6 (10,0)	7 (11,7)				
	Overfat	11 (18,3)	14 (23,3)				
5	WHR	0,94±0,06	0,90±0,06	0.200/0.305	0.200/0.500	0,519	-
	Tidak Obesitas	5 (8,3)	2(3,3)				
	Obesitas	23 (38,3)	30 (50,0)				

Keterangan: Diabetes Melitus Tipe 2 (DMT2) dan individu sehat. Data ditulis dalam rata-rata±simpangan deviasi dan persentase dari total dalam kelompok. *Uji komparasi karakteristik responden menggunakan *independent t-test* dengan signifikansi $p<0.05$ (Layali *et al.*, 2021).

Perbedaan *Waist to Hip Ratio* (WHR) Antara Kelompok DMT 2 dan Sehat

Perbedaan WHR antara kelompok DM dan sehat terdapat pada tabel 2.

Berdasarkan tabel 2 pengukuran WHR diketahui bahwa WHR kelompok DMT 2 dan sehat dari seluruh jenis kelamin tidak berbeda signifikan. Namun, terdapat perbedaan signifikan antara *Waist to Hip Ratio* penderita DMT 2 dan sehat antar jenis kelamin laki-laki ($p=0,017$) serta perempuan ($p=0,014$).

Tabel 2 Perbedaan WHR, FF, dan BMI Antara Kelompok DMT 2 dan Sehat

Komparasi	Kelompok		<i>p-value</i>
	Sehat	DM	
WHR			
Seluruh	0,90±0,06	0,94±0,06	0,519
Laki-laki	0,90±0,06	1,02±0,06	0,017
Perempuan	0,88±0,07	0,92±0,05	0,014
FF			
Seluruh	25,75±4,53	26,41±3,42	0,370
Laki-laki	22,07±2,35	8,96±3,41	0,000
Perempuan	14,39±6,71	21,16±8,96	0,032
BMI			
Seluruh	25,75±4,53	26,41±3,42	0,519
Laki-laki	24,30±2,04	27,85±4,22	0,054
Perempuan	25,92±4,73	26,01±3,15	0,320

Keterangan: WHR, *Waist to Hip Ratio*; FF, *Fat Folds*; BMI, *Body Mass Index*, *p-value* signifikan apabila $<0,05$

Perbedaan *Fat Folds* (FF) Antara Kelompok DM dan Sehat

Perbedaan FF antara kelompok DMT 2 dan sehat terdapat pada tabel 2.

Berdasarkan pengukuran *fat folds* diketahui bahwa *fat folds* kelompok DMT 2 dan sehat dari seluruh jenis kelamin serta antar jenis kelamin perempuan tidak berbeda signifikan. Namun, terdapat perbedaan signifikan antara *fat fold* penderita DMT 2 dan sehat antar jenis kelamin laki-laki ($p=0,000$) dan perempuan ($p=0,032$).

Perbedaan *Body Mass Index* (BMI) Antara Kelompok DM dan Sehat

Perbedaan BMI antar kelompok DM dan sehat terdapat pada tabel 2.

Berdasarkan pengukuran BMI diketahui bahwa kelompok DMT 2 tidak lebih tinggi dibandingkan kelompok Sehat. BMI pada kelompok DM dan sehat masing-masing adalah 26,41±3,42 dan 25,75±4,53. Berdasarkan analisa statistik t-test diketahui bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan ($p=0,519$). Hasil yang sama juga didapatkan dari uji t-test antara jenis kelamin

Korelasi Karakteristik Sampel dengan *Body Mass Index, Fat Folds, Waist to Hip Ratio*

Korelasi karakteristik sampel dengan *Body Mass Index, Fat Folds, Waist to Hip Ratio* ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 3. Uji Korelasi *Mass Index, Fat Folds, Waist to Hip Ratio, HbA1c*

Korelasi		BMI	FF	WHR
BMI	r	1,000	0,305	0,280
	p	0,000*	0,018*	0,030*
FF	r	0,305	1,000	-0,313
	p	0,018*	0,000*	0,015*
WHR	r	0,280	-0,313	1,000
	p	0,030*	0,015*	0,000*
HbA1c	r	-0,007	0,066	-0,313
	p	0,958	0,617	0,015*

Keterangan : uji statistik menggunakan korelasi pearson *, berkorelasi signifikan; BMI, *Body Mass Index*; FF, *Fat Folds*; WHR, *Waist to Hip Ratio*; HbA1c.

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan korelasi BMI, FF, dan WHR. Pada tabel tersebut didapatkan korelasi positif antara BMI dengan FF dan WHR. Sedangkan, FF dan HbA1c juga berkorelasi negatif dengan WHR.

PEMBAHASAN

Pengaruh Diabetes Melitus tipe 2 terhadap *Waist to Hip Ratio*

Pada pemeriksaan ini didapatkan hasil yang berbeda secara signifikan pada pengukuran *Waist to Hip Ratio* (WHR) pasien DMT 2 dan sehat antara jenis kelamin laki-laki dan perempuan. Pengukuran WHR menjadi salah satu pemeriksaan antropometri yang menilai persebaran lemak tubuh khususnya abdomen dengan panggul. WHR juga dijelaskan memiliki keakuratan lebih tinggi dalam pengukuran antropometri diberbagai usia, gender, dan etnis dibanding FF.¹³ Penelitian oleh Yokokawa et al (2021) menunjukkan bahwa *Visceral Adipose Tissue* (VAT) penderita DMT 2 mengalami penurunan pada penderita DMT 2.¹⁴

Pada penelitian ini, penderita DMT 2 memiliki WHR lebih tinggi dibandingkan dengan sehat. WHR dipengaruhi oleh distribusi lemak visceral yang dipengaruhi oleh genetik individu. Penelitian oleh Wang et al (2016) menunjukkan bahwa polimorfisme gen mempengaruhi persebaran VAT individu di Cina. Adapun gen yang berpengaruh adalah MC4R dan LYPLAL1.¹⁵ Distribusi VAT diketahui mempengaruhi resistensi insulin pada individu. VAT akan menutupi organ intraperitoneal termasuk hepar sehingga mengganggu sintesis glikogen. Lemak sentral ini akan sangat berhubungan terhadap resistensi

insulin dan mengganggu ambilan (*uptake*) glukosa dalam tubuh sehingga terjadilah DM tipe 2.¹⁶

Pengaruh Diabetes Melitus tipe 2 terhadap *Fat Fold*

Penelitian didapatkan bahwa kelompok DMT 2 dan sehat pada sampel laki-laki maupun perempuan memiliki perbedaan yang signifikan terhadap *fat fold* (tabel 3). Namun, jika dibandingkan secara keseluruhan antara dan sehat tidak memiliki perbedaan signifikan.¹⁷ *Fat fold* merupakan salah satu alat ukur antropometri yang mengukur tebal lipatan lemak bawah kulit atau *subcutaneous adipose tissue* (SAT).¹⁸

Pada penelitian ini *fat fold* penderita DMT 2 laki-laki lebih rendah dibandingkan sehat. Hasil pada penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya. Pada penelitian sebelumnya menyatakan bahwa penderita DMT 2 diketahui dapat mengalami defisiensi testosteron¹⁹ sehingga meningkatkan SAT.²⁰ Perbedaan hasil penelitian ini diduga disebabkan jumlah sampel laki-laki yang sedikit sehingga tidak merepresentasikan populasi laki-laki penderita DMT 2.

Pada penderita DM perempuan memiliki *fat fold* lebih tinggi dibandingkan dengan sehat. SAT menggambarkan sekitar 50% lemak tubuh. Individu dengan berat berlebih yang digambarkan dari *fat fold* terbukti berpengaruh dengan angka kejadian resistensi insulin.^{13,16,17} Penyebaran SAT menunjukkan penumpukan lemak perifer tubuh yang menyebabkan penurunan sensitivitas insulin dan gangguan pemecahan glukosa pada otot.¹⁸ Selain itu, pada penelitian lain penderita DMT 2 memiliki kebiasaan makan yang buruk dan *sedentary lifestyle* sehingga meningkatkan deposit SAT.²¹

Pengaruh Diabetes Melitus tipe 2 terhadap *Body Mass Index*

Data menunjukkan hasil BMI pada keseluruhan sampel baik laki-laki dan perempuan kelompok DMT 2 maupun sehat tidak memiliki perbedaan yang bermakna. Pada umumnya, penderita DMT 2 memiliki BMI tinggi sehingga menyebabkan resistensi insulin.^{22,23} Namun pada penelitian ini tidak didapatkan peningkatan berat badan yang signifikan pada penderita DMT 2 baik keseluruhan maupun antar jenis kelamin. Hal ini dapat disebabkan oleh proteolisis, efek terapi farmakologi, dan terapi non farmakologi. Pada penderita DMT 2 terjadi proses peningkatan katabolisme protein sehingga terjadi penurunan

protein dalam tubuh. Proses katabolisme ini dapat menurunkan berat badan penderita DMT 2.²⁴

Selain itu, pada penelitian ini sebagian besar penderita DMT 2 menggunakan antidiabetes oral. Antidiabetes oral yang sering digunakan adalah metformin yang dapat menurunkan berat badan pasien. Metformin bekerja dengan meningkatkan sensitivitas insulin pada jaringan perifer melalui aktivasi *AMP-activated protein kinase (AMPK)-dependent*. Selain itu, metformin meningkatkan oksidasi lipid dan menurunkan sintesis lipid.²⁵ Terapi non farmakologi seperti aktivitas fisik juga dapat berpengaruh terhadap penurunan BMI penderita DMT 2. Aktivitas fisik pada penderita DMT 2 dapat meningkatkan sensitivitas insulin akibat peningkatan GLUT4 serta lipolisis sehingga menurunkan berat badan penderita DMT 2.²⁶

Korelasi Karakteristik Sampel dengan BMI, FF, WHR

Pada penelitian ini, kadar HbA1c berkorelasi negatif derajat ringan dengan WHR. Peningkatan kadar HbA1c menunjukkan bahwa terjadi peningkatan resistensi insulin. Pada kondisi resistensi insulin terjadi peningkatan lipolisis serta pada jaringan adiposa perifer sehingga menurunkan nilai WHR dan peningkatan *free fatty acid*.¹² Pada kondisi resistensi insulin terjadi kompensasi berupa lipolisis untuk meningkatkan sensitivitas insulin. Proses ini diawali dengan aktivasi AMP protein kinase sehingga menginduksi lipolisis. Jalur lain yang diketahui adalah adanya inhibisi dari aktivasi PKA/HSL sehingga menurunkan produksi CAMP yang dapat meningkatkan lipolisis. Peningkatan lipolisis ini akan menyebabkan peningkatan senyawa lemak yaitu *free fatty acid*.¹²

Selain itu, pada individu terjadi penurunan deposit lemak yang diikuti dengan peningkatan resistensi insulin akibat peningkatan mediator inflamasi.²⁷ Pada proses penuaan terjadi disregulasi respon imun yang menyebabkan *chronic systemic inflammatory state* sehingga terjadi penurunan sensitivitas insulin sehingga meningkatkan HbA1c.²⁸ Hasil dari penelitian ini selaras dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara DM tipe 2 dengan WHR. Pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa individu dengan DMT 2 memiliki *odd ratio* perbandingan antara kelompok dengan WHR tinggi dan rendah adalah 4,27.²⁹

Pada penelitian ini BMI berkorelasi derajat lemah dengan FF dan WHR (tabel 5). Hal

ini disebabkan FF merepresentasikan 50% lemak tubuh.^{18,21,22} Peningkatan lemak tubuh akan meningkatkan berat badan individu sehingga meningkatkan BMI-nya dan sebaliknya. Selain itu, peningkatan BMI dapat meningkatkan WHR karena peningkatan berat badan juga dapat disebabkan oleh peningkatan VAT. VAT dapat diperoleh dari intake makanan.³⁰

Pada penelitian ini FF berkorelasi negatif derajat ringan dengan WHR (Tabel 5). Hal ini dapat disebabkan proses penuaan terjadi penurunan SAT. Penurunan ini diiringi oleh peningkatan VAT yang terjadi pada masa dewasa menuju lansia.³¹ Penurunan SAT pada lansia disebabkan oleh proses penuaan yang menyebabkan peningkatan faktor transkripsi seperti *CCAAT/enhancer binding protein (C/EBP)* TNF α sehingga terjadi peningkatan kadar TNF α serum.³² TNF α menurunkan replikasi dan diferensiasi dari sel preadiposit pada subkutan. Selain itu, TNF α juga dapat menghambat kerja insulin sehingga terjadi resistensi insulin yang menstimulasi lipolisis pada subkutan.³²

Pada proses penuaan terjadi penurunan *sex hormone* yang mempengaruhi metabolisme VAT. Pada masa lansia terjadi penurunan estrogen dan testosteron yang berhubungan dengan peningkatan VAT.³³ VAT memiliki reseptor estrogen alfa yang dapat berikatan dengan hormon estrogen yang dapat menginduksi liposis dan meningkatkan *free fatty acid* sehingga penurunan hormon estrogen pada kondisi menopause dapat menurunkan proses lipolisis pada VAT.³⁴ Pada laki-laki lansia mengalami penurunan hormon testosteron. Testosteron berfungsi untuk meningkatkan beta adrenoreceptor yang dapat mengaktifkan lipolisis pada VAT setelah berikatan dengan katekolamin.³⁵ Selain itu, pada lansia terjadi perubahan distribusi lemak sehingga terjadi deposisi lemak ektopik.³¹

Pada penelitian ini, perbedaan WHR dan FF antar penderita DMT 2 dan sehat tidak berbeda signifikan. Hal ini disebabkan oleh proporsi responden laki-laki dan perempuan yang tidak proporsional sehingga mempengaruhi nilai rata-rata dan standar deviasinya yang menyebabkan hasil statistik tidak berbeda signifikan. Selain itu, pada penelitian ini tidak menggunakan pengukuran pada *free fatty acid* dan *gluteofemoral fat mass* yang dilaporkan mendukung mekanisme penurunan *waist to hip ratio*.³⁵ Selain itu, penelitian ini tidak meneliti menggunakan DEXA (*Dual-Energy X-ray*

Absorptiometry) untuk mengetahui deposit lemak ektopik pada otot, hepar, dan sumsum tulang. Oleh sebab itu, penelitian lanjutan diperlukan dengan mengukur *free fatty acid* dan DEXA untuk mengukur deposit lemak perifer dan *gluteofemoral fat mass*.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Pasien DMT 2 memiliki BMI yang tidak berbeda secara bermakna pada individu sehat dengan usia dan jenis kelamin sama di Malang Raya
2. Pasien DMT 2 memiliki FF yang tidak berbeda secara bermakna pada individu sehat dengan usia dan jenis kelamin sama di Malang Raya
3. Pasien DMT 2 memiliki WHR yang tidak berbeda secara bermakna pada individu sehat dengan usia dan jenis kelamin sama di Malang Raya

SARAN

Berdasarkan penelitian tersebut, saran dari peneliti guna perbaikan untuk penelitian selanjutnya adalah :

1. Menambah jumlah sampel >80 responden
2. Memproporsionalkan jumlah sampel laki-laki dan perempuan agar menggambarkan seluruh populasi
3. Penelitian individu dengan DMT 2 dan sehat dengan menggunakan DEXA untuk mengukur masa lemak di *gluteofemoral* dan deposit lemak ektopik.
4. Penelitian individu dengan DMT 2 dan sehat dengan mengukur *free fatty acid* untuk mengetahui mekanisme DMT 2 dalam menurunkan masa lemak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada IOM Fakultas Kedokteran yang telah mendanai penelitian, tim penelitian yang telah membantu proses penelitian dan Dr. dr. Doti Wahyuningsih, M.Kes sebagai *peer reviewer*.

DAFTAR PUSTAKA

1. PAPDI. *Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam*. 6th ed. Setiati S, Alwi I, Sudoyo AW, Setiyohadi B, editors. Jakarta: Interna Publishing; 2014.
2. Kautzky-Willer A, Harreiter J, Pacini G. Sex and Gender Differences in Risk, Pathophysiology and Complications of Type 2 Diabetes Mellitus. *Endocrine Reviews*. 2016 Jun 1;37(3).
3. Kurniawaty, Bella Y. Faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian diabetes mellitus tipe II. *Majority*. 2016;27–31.
4. Kemenkes RI. HASIL UTAMA RISKESDAS 2018. Jakarta; 2018.
5. Astutik FH, Santoso A. Hubungan Kendali Glukosa Darah dengan Osteoarthritis Lutut pada Pasien DM di RSD Dr. Soebandi. *E-Jurnal Pustaka Kesehatan*. 2014;2(2):221–5.
6. Tjokroprawiro A, Setiawan PB, Effendi C, Santoso D. *Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam*. 2nd ed. Tjokroprawiro A, Setiawan PB, Effendi C, Santoso D, editors. Airlangga University Press. Surabaya: Airlangga University Press; 2015. 568–569.
7. Mondragón-Ceballos R, García Granados MD, Cerda-Molina AL, Chavira-Ramírez R, Hernández-López LE. Waist-to-Hip Ratio, but Not Body Mass Index, Is Associated with Testosterone and Estradiol Concentrations in Young Women. *International Journal of Endocrinology*. 2015 Aug 17;2015.
8. Mondragón-Ceballos R, García Granados MD, Cerda-Molina AL, Chavira-Ramírez R, Hernández-López LE. Waist-to-Hip Ratio, but Not Body Mass Index, Is Associated with Testosterone and Estradiol Concentrations in Young Women. *International Journal of Endocrinology*. 2015 Aug 17;2015
9. Hamasaki H. Daily physical activity and type 2 diabetes: A review. *World Journal of Diabetes*. 2016;7(12).
10. Eckel RH, Kahn SE, Ferrannini E, Goldfine AB, Nathan DM, Schwartz MW, et al. Obesity and Type 2 Diabetes: What Can Be Unified and What Needs to Be Individualized. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2011 Jun 1;96(6).
11. Brown LM, Clegg DJ. Central effects of estradiol in the regulation of food intake, body weight, and adiposity. *The Journal of Steroid*

- Biochemistry and Molecular Biology*. 2010 Oct;122(1–3).
12. Morigny P, Houssier M, Mouisel E, Langin D. Adipocyte lipolysis and insulin resistance. *Biochimie*. 2016 Jun;125
 13. Karastergiou K, Smith SR, Greenberg AS, Fried SK. Sex differences in human adipose tissues – the biology of pear shape. *Biology of Sex Differences*. 2012;3(1).
 14. Yokokawa H, Fukuda H, Saita M, Goto K, Kaku T, Miyagami T, Takahashi Y, Hamada C, Hisaoka T, Naito T. An association between visceral or subcutaneous fat accumulation and diabetes mellitus among Japanese subjects. *Diabetol Metab Syndr*. 2021 Apr 14;13(1):44. doi: 10.1186/s13098-021-00646-3.
 15. Wang T, Ma X, Peng D, Zhang R, Sun X, Chen M, Yan J, Wang S, Yan D, He Z, Jiang F, Bao Y, Hu C, Jia W. Effects of Obesity Related Genetic Variations on Visceral and Subcutaneous Fat Distribution in a Chinese Population. *Sci Rep*. 2016 Feb 5;6:20691. doi: 10.1038/srep20691.
 16. Livingston EH. Lower body subcutaneous fat accumulation and diabetes mellitus risk. *Surgery for Obesity and Related Diseases*. 2006 May;2(3).
 17. Mondragón-Ceballos R, García Granados MD, Cerda-Molina AL, Chavira-Ramírez R, Hernández-López LE. Waist-to-Hip Ratio, but Not Body Mass Index, Is Associated with Testosterone and Estradiol Concentrations in Young Women. *International Journal of Endocrinology*. 2015 Aug 17;2015.
 18. Ruiz-Alejos A, Carrillo-Larco RM, Miranda JJ, Gilman RH, Smeeth L, Bernabé-Ortiz A. Skinfold thickness and the incidence of type 2 diabetes mellitus and hypertension: an analysis of the PERU MIGRANT study. *Public Health Nutrition*. 2020 Jan 4;23(1).
 19. Gianatti EJ, Grossmann M. Testosterone deficiency in men with Type 2 diabetes: pathophysiology and treatment. *Diabet Med*. 2020 Feb;37(2):174-186. doi: 10.1111/dme.13977. Epub 2019 Jun 4. PMID: 31006133.
 20. Frederiksen L, Højlund K, Hougaard DM, Mosbech TH, Larsen R, Flyvbjerg A, Frystyk J, Brixen K, Andersen M. Testosterone therapy decreases subcutaneous fat and adiponectin in aging men. *Eur J Endocrinol*. 2012 Mar;166(3):469-76. doi: 10.1530/EJE-11-0565. Epub 2011 Dec 21. PMID: 22190001.
 21. Al-Mountashiri NA, Al-Zhrani AM, Ibrahim SFH, Mirghani HO. Dietary habits, physical activity and diabetes perception among patients with type 2 diabetes mellitus in Tabuk City, Saudi Arabia. *Electron Physician*. 2017 Sep 25;9(9):5179-5184. .
 22. Gray N, Picone G, Sloan F, Yashkin A. Relation between BMI and Diabetes Mellitus and Its Complications among US Older Adults. *Southern Medical Journal*. 2015 Jan;108(1).
 23. Yoon V, Adams-Huet B, Sakhaee K, Maalouf NM. Hyperinsulinemia and Urinary Calcium Excretion in Calcium Stone Formers With Idiopathic Hypercalciuria. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2013 Jun 1;98(6).
 24. Moller, N., & Nair, K. S. (2007). Diabetes and Protein Metabolism. *Diabetes*, 57(1), 3–4. doi:10.2337/db07-1581
 25. Rena G, Hardie DG, Pearson ER. The mechanisms of action of metformin. *Diabetologia*. 2017 Sep;60(9):1577-1585. doi: 10.1007/s00125-017-4342-z. Epub 2017 Aug 3. PMID: 28776086; PMCID: PMC5552828
 26. Hamasaki H. Daily physical activity and type 2 diabetes: A review. *World J Diabetes*. 2016 Jun 25;7(12):243-51. doi: 10.4239/wjd.v7.i12.243
 27. Chung HY, Kim DH, Lee EK, Chung KW, Chung S, Lee B, et al. Redefining Chronic Inflammation in Aging and Age-Related Diseases: Proposal of the Senoinflammation Concept. *Aging and disease*. 2019;10(2).
 28. Schmidt MI, Duncan BB, Canani LH, Karohl C, Chambless L. Association of Waist-Hip Ratio With Diabetes Mellitus: Strength and Possible Modifiers. *Diabetes Care*. 1992 Jul 1;15(7).
 29. Schmidt MI, Duncan BB, Canani LH, Karohl C, Chambless L. Association of Waist-Hip Ratio With Diabetes Mellitus: Strength and Possible Modifiers. *Diabetes Care*. 1992 Jul 1;15(7).
 30. Ozato, N., Saito, S., Yamaguchi, T., Katashima, M., Tokuda, I., Sawada, K., Katsuragi, Y., Imoto, S., Ihara, K., & Nakaji, S. (2019). Association between Nutrients and Visceral Fat in Healthy Japanese Adults: A 2-

- Year Longitudinal Study Brief Title:
31. Accumulation. *Nutrients*, **11**(11), 2698. <https://doi.org/10.3390/nu11112698>
 32. Stevens J, Katz EG, Huxley RR. Associations between gender, age and waist circumference. *Eur J Clin Nutr*. 2010 Jan;64(1):6-15. doi: 10.1038/ejcn.2009.101. Epub 2009 Sep 9. PMID: 19738633; PMCID: PMC5909719.
 33. Caso G, McNurlan MA, Mileva I, Zemlyak A, Mynarcik DC, Gelato MC. Peripheral fat loss and decline in adipogenesis in older humans. *Metabolism*. 2013 Mar;62(3):337-40. doi: 10.1016/j.metabol.2012.08.007. Epub 2012 Sep 19. PMID: 22999012; PMCID: PMC3531563.
 34. Hunter GR, Gower BA, Kane BL. Age Related Shift in Visceral Fat. *Int J Body Compos Res*. 2010 Sep 1;8(3):103-108. PMID: 24834015; PMCID: PMC4018766.
 35. Luglio HF. Estrogen and body weight regulation in women: the role of estrogen receptor alpha (ER- α) on adipocyte lipolysis. *Acta Med Indones*. 2014 Oct;46(4):333-8. PMID: 25633552.
 36. Lee HK, Lee JK, Cho B. The role of androgen in the adipose tissue of males. *World J Mens Health*. 2013 Aug;31(2):136-40. doi: 10.5534/wjmh.2013.31.2.136. Epub 2013 Aug 31. PMID: 24044108; PMCID: PMC37708.