

LAMPIRAN

Lampiran 1 Jurnal ke-1

Author Manuscript

Author Manuscript

Author Manuscript

Author Manuscript



HHS Public Access

Author manuscript

Can J Diabetes. Author manuscript; available in PMC 2020 August 01.

Published in final edited form as:

Can J Diabetes. 2019 August ; 43(6): 406–414.e1. doi:10.1016/j.jcjd.2018.08.193.

Effect of aerobic and resistance exercise on glycemic control in adults with type 1 diabetes

Ravi Reddy, MSEE¹, Amanda Wittenberg, MS², Jessica R. Castle, MD³, Joseph El Youssef, MBBS^{1,3}, Kerri Winters-Stone, PhD⁴, Melanie Gillingham, PhD², Peter G. Jacobs, PhD¹

¹Department of Biomedical Engineering, Oregon Health & Science University, Portland, OR

²Department of Molecular and Medical Genetics, Oregon Health & Science University, Portland, OR

³Department of Medicine, Division of Endocrinology, Harold Schnitzer Diabetes Health Center, Oregon Health & Science University, Portland, OR

⁴School of Nursing, Human Performance Laboratory, Oregon Health and Science University, Portland, OR

Abstract

Aims: Physical exercise is recommended to individuals with type 1 diabetes (T1D) yet the effects of exercise on glycemic control have not been well-established. We evaluated the impact of different modes of exercise on glycemic control in people with T1D.

Methods: In a 3-week randomized crossover trial, 10 adults with T1D (4 M, 6 F; age 33 ± 6 yrs, duration of diabetes 18 ± 10 yrs, A1C $7.4 \pm 1\%$) were assigned to three weeks of intervention: aerobic (treadmill at 60% of VO_2max), resistance (8-12 repetitions of 5 upper and lower body exercises at 60-80% of 1-RM), or no exercise (control). During each exercise week, participants completed two monitored 45-minute exercise sessions. For each week of the study we analyzed participant's insulin pump data, sensor glucose data and meal intake using a custom smart-phone app. The primary outcome was percentage of time in range (glucose >3.9 mmol/L and ≤ 10 mmol/L) for the 24 hours after each bout of exercise or rest during the control week. The study was registered on [ClinicalTrials.gov](https://clinicaltrials.gov) (NCT:02687893).

Results: Aerobic exercise caused a mean glucose reduction during exercise of 3.94 ± 2.67 mmol/L while the reduction during resistance was 1.33 ± 1.78 mmol/L ($p=0.007$). Mean percentage time in range for the 24 hours following resistance was significantly greater than during the control period (70% vs. 56%, $p=0.013$) but not following aerobic (60%).

Corresponding author contact details: Peter G. Jacobs, PhD, Assistant Professor, Department of Biomedical Engineering, Oregon Health & Science University, 3303 SW Bond Ave, Mailstop: 13B, Portland OR 97239 503-358-2291, jacobsp@ohsu.edu www.ohsu.edu/jacobs.

Publisher's Disclaimer: This is a PDF file of an unedited manuscript that has been accepted for publication. As a service to our customers we are providing this early version of the manuscript. The manuscript will undergo copyediting, typesetting, and review of the resulting proof before it is published in its final citable form. Please note that during the production process errors may be discovered which could affect the content, and all legal disclaimers that apply to the journal pertain.

Conflicts of Interest

RR, AW, JEY, KWS and MG have no conflicts of interest with this study. JRC and PGJ have a financial interest in Pacific Diabetes Technologies Inc., a company that may have a commercial interest in the results of this research and technology.

Conclusions: Results from this pilot study indicate that while considering various confounders, resistance training could have improvements on glycemic control in this population.

Keywords

type 1 diabetes; exercise; glycemic control; meal intake; energy expenditure

Introduction

In the coming decades the number of patients with type 1 diabetes (T1D) is expected to triple [1]. Less than a third of the adults with T1D achieve the target glycated hemoglobin (A1C) level of lower than 7.0% [2] and a majority are overweight or obese [3,4]. Bohn et al, have recently shown that less than a fifth of adults with T1D manage to meet physical activity recommendations [5]. Overweight and obese weight status in individuals with T1D is higher than the general population and prevalence is rising; this appears to be unrelated to aging and instead related to lack of physical activity and other clinical factors [6]. Currently, adults living with T1D are recommended to perform 150 minutes of moderate aerobic, 75 minutes of vigorous aerobic, or a combination thereof, along with resistance training on two days each week with no more than two consecutive days of no activity [7]. Regular physical activity in individuals with T1D provides many physiological and psychological benefits including improving body composition, increased cardiorespiratory fitness, improved endothelial function, and improved blood lipid profile [8–10]. In addition, exercise also reduces total daily insulin requirements, stress and depression while improving the overall sense of well-being and quality of life [11–14].

Physical activity has long been associated with improvements in glycemic control in adults with type 2 diabetes (T2D) [15]. These improvements have been shown to be modest when the physical activity was either aerobic or resistance training, but a combination of both modalities has demonstrated the greatest improvements to glycemic control in adults with T2D [16]. However, in individuals with T1D, the effects of physical activity on glycemic control are not clear [11,12,17]. Individuals with T1D routinely experience rapid changes in glucose levels during and immediately after physical activity, leading to loss of control and fear of hypoglycemia [12, 14,17,18].

Without advanced planning, these glucose changes are rather challenging to manage. Nocturnal hypoglycemia is common on nights after engaging in physical activity [19]. Optimizing insulin dosage prior to exercise is challenging for many people with T1D engaging in physical activity. Insulin dosage changes have to be made up to 90 min before the start of the exercise [14, 20] and depending on the modality (aerobic/resistance training) and intensity of exercise (level of exertion), altering insulin dosing may not result in achieving appropriate glycemic control [14, 20]. Another strategy adopted by many individuals to prevent hypoglycemia, is to maintain blood glucose levels higher during and after exercise by increasing the consumption of carbohydrates [21,22]. While many groups have highlighted the acute challenges faced by people with T1D during various types of exercise, there has not yet been a study showing how exercise impacts glycemic control during longer periods after exercise is performed [23–25]. In this paper we examine the

impact of aerobic exercise and resistance training and related energy expenditure on glycemic control. We further examine how exercise impacts both insulin dosing requirements along with the amount of dietary intake in a period of 24 hours after a bout of exercise. We hypothesized that glycemic control during a period of 24 hours post-exercise would be improved.

Methods

Study participants

Ten adults (6 Females / 4 Males) with T1D, who were sufficiently active and physically fit were recruited (mean $\pm$ SD: age 33 ± 6 years, BMI 24.4 ± 2.1 kg/m², duration of diabetes 18 ± 10 years, A1C $7.4 \pm 1\%$, VO₂max 46.8 ± 11.55 mL/kg/min, fat mass $30 \pm 7\%$) to participate in this randomized, three treatment, open, single-center crossover study. The inclusion criteria for this study were: adults with T1D (diagnosis of condition >1 year); age 21–45 years: this age group was chosen to limit exposure to unknown cardiovascular risk during exercise as is recommended in [26]; body mass index <30 kg/m²; physically active; currently on an insulin pump. Sufficiently active was defined as participating in at least 150 min of aerobic activity at moderate intensity per week for the last six months based on the guideline by ACSM [27]. Participants in this study were active at moderate intensity for 7.3 ± 4 hr/week. The exclusion criteria included the following: cardiovascular disease, renal dysfunction or any condition that would preclude exercise.

The Institutional Review Board at the Oregon Health and Science University (OHSU) approved the study protocol and consent form. This current paper is a secondary analysis using the data collected during the study to examine the effect of exercise on sleep in adults with type 1 diabetes [19]. The study was registered on [ClinicalTrials.gov](https://clinicaltrials.gov) (NCT:02687893). Informed consent was obtained from every individual.

Study design

In this pilot study, we performed a secondary analysis on data that was previously published in Reddy et al. [19], a study which found that exercise impacted sleep on nights following exercise. A paired means power analysis was used to carry out sample size power analysis. A total sample size of 10 achieved 90% power to detect a mean of paired differences of 30 minutes in sleep loss. This is with an estimated standard deviation of differences of 25 and with a significance level (alpha) of .05 using a 2sided paired t-test comparing sleep loss during the weeks of exercise interventions with the week without any explicit exercise. In the current analysis, we hypothesized that glycemic control during a period of 24 hours post-exercise would be improved. The primary outcome was the percent time in a target glucose range of between 3.9 and 10 mmol/L during the 24 hours after exercise. Participants' glucose levels, physical activity, insulin dosage, food intake and sleep were continuously measured over the course of four consecutive weeks. Glucose levels were tracked using a continuous glucose monitor (CGM; Dexcom G4 or G4 Share, Dexcom, San Diego, CA, USA). Participants were blinded to the sensor glucose readings. Physical activity and sleep were monitored using an activity monitor (ActiGraph wGT3X-BT; ActiGraph, Pensacola, FL, USA). Participants managed their own insulin dosage using their personal insulin pump

and a capillary blood glucose meter (CBG meter, Contour Next glucose meter; Ascensia Diabetes Care, NJ, USA). Food intake was measured using a custom built food-tracking Android smartphone app. A smart-phone (Galaxy S4; Samsung, CA, USA) loaded with this app was distributed to the participants. The first week of the study was a run-in week where participants became accustomed to the wearable sensors. After the run-in, participants performed in-clinic aerobic exercise twice weekly for one week, in-clinic resistance training twice weekly for one week, and no structured exercise for one control week. The order of the aerobic, resistance, and control weeks were randomized for each subject. Block randomization (size of six) with a 1:1:1 ratio was computer generated for the sequence of the interventions. One of the study coordinators carried out the randomization and the allocations were revealed at the start of the admission visit.

Study Protocol

All participants completed a screening visit, training visit, and four structured exercise sessions. During the screening visit, baseline examinations included assessment of anthropometric data, physical status and a VO_2max test according to the Bruce Protocol on a Medtrack ST 55 treadmill (Quinton, WA, USA). Oxygen consumption was measured during the VO_2max test. The participants wore an air-tight mask (Hans Rudolph Inc., MO, USA), which had a gas sensor (Cosmed, Rome, Italy) attached to it, while heart rate was monitored using a Polar Electro T61 chest heart rate monitor (Polar Inc., Lake Success, NY, USA). Bruce protocol was used to determine VO_2max . Body composition was estimated by a dual X-ray absorptiometry (DEXA) scan using a Hologic Discovery wi (Hologic, Bedford, USA, Apex 4.0 software).

Participants returned on a separate day for the training visit, to learn how to use the CGM, how to use the activity monitor and how to accurately record the food intake. Participants performed a one-repetition maximum (1-RM) test for bench press, leg press and seated row during this visit. This was performed to set the exercise intensity (i.e. weight lifted) for resistance training sessions. We chose not to conduct 1RM tests on leg extension and flexion exercises because they are single joint movements and according to recommended guidelines should be avoided in favor of multi-joint movements to minimize injury risk during maximal testing. Rather we estimated training loads for single joint exercises using the multiple RM approach to determine each participant's 8RM workload [28]. Participants replaced the CGM each week (at least a day before the exercise visit) and calibrated the sensor at least twice daily using the CBG meter. Although participants were blinded to CGM values, for safety, glucose alerts were set at 3.1 mmol/L and 16.67 mmol/L.

In-clinic exercise sessions

Each participant did 2 sessions of monitored aerobic exercise (AE) during the aerobic exercise week and 2 sessions of monitored resistance training (RT) during the resistance week. Participants arrived at the laboratory at 4:00 pm for each of the exercise sessions. For both the aerobic and resistance exercise weeks, the same exercises were performed on two separate days with one day in between during which participants were instructed not to exercise (e.g. RT sessions on Tuesday and Thursday). There were at least 48 hours between the exercise visits. Participants were instructed to refrain from formal exercise 24 hours prior

to and 24 hours after their scheduled exercise. Actigraph data collected during this time was used to confirm that participants complied with this instruction. A study coordinator also contacted participants on the day following the in-clinic exercise session and asked questions about compliance during this phone call. The days of the week on which exercise sessions were conducted were identical for each participant across weeks. Between each intervention week there was at least 4 days. All exercise sessions were conducted on weekdays excluding Friday. During each exercise session, participants were outfitted with a Zephyr Biopatch (Zephyr Technology, Annapolis, VA, USA) that included a 2 lead ECG based heart rate monitor to continuously monitor heart rate. Resistance exercise sessions, following a brief warm up period, included three sets of 8–12 repetitions at 60–80% of 1-RM of five different exercises (leg press, bench press, leg extension, leg flexion and seated row) with a 90 second rest period between exercises and sets (total duration of 45min). The exercises were chosen to recruit similar volumes of upper and lower body muscle mass, using machine based exercises to control movement and for safety, rather than equal numbers of exercises per group. While we allowed participants some flexibility in doing 8 to 12 reps to enable a tolerable workout, participants generally did not change their weight load or number of reps during a session. The Borg perceived exertion scale was used to estimate fatigue and to maintain a moderate intensity rating of 12–14 for each exercise performed. The duration of each set of exercise and the duration of the rest was closely tracked using an electronic data capture tool: Research Electronic Data Capture (REDCap), a secure web-based data capture application hosted at OHSU [29]. AE consisted of 45 min of treadmill exercise. Based on the VO_2max value obtained during the first visit, the heart rate value at the 60% VO_2max value was calculated and used during the aerobic training visits. During each exercise training visit, the heart rate was closely monitored and treadmill speed and grade were adjusted to keep the participants workrate at 60% VO_2max . The duration of the exercise intervention was kept consistent between both types of exercise; but the energy expenditure between these two types of exercises was not controlled for in this study. Capillary glucose was checked before the start of the exercise period and immediately after exercise or if the subject experienced any symptoms of hypoglycemia. Each exercise session was followed by 60 minutes of monitored recovery. Participants were provided with a pre-selected standardized meal of 540 calories (23 % protein, 47 % carbohydrate, and 30 % fat) to eat during the recovery period, the identical meal was provided during all in-clinic exercise sessions

Exercise energy expenditure

Energy expenditure (EE) during the exercise period was estimated to understand the differences between the two types of exercise interventions. Using the data collected during the VO_2max test, a relationship (ordinary least squares linear regression) between the oxygen uptake and the heart rate data was created. We used this equation to estimate the amount of oxygen uptake based on the heart rate data measured during each in-clinic session. EE during the continuous aerobic exercise was estimated by the cumulative oxygen uptake during the exercise period and converting the oxygen uptake to kcal using the standard 1L of O_2 to 5.0 kcal [30,31]. To estimate EE during the resistance training, we used the nonsteady state model proposed by Reis and Scott [32] and Vezina et al.[33] by considering the oxygen uptake not only during each bout of exercise (~30 secs) but also

during the recovery periods (~90 secs) in between each bout of resistance training. Both the recorded exercise EE and recovery EE were converted to kcal. The EE values during exercise were calculated using the standard conversion of 1L of O₂ to 5.0 kcal, whereas the EE values during recovery were calculated using the non-steady state conversion of 1L of O₂ to 4.7 kcal.

Nutritional Assessment

All participants were verified to be experienced at carbohydrate counting prior to this study, by asking if they used carbohydrate counting techniques and had recently been educated about it. Each participant was provided with an Android study phone preloaded with a custom food meal photography application. All participants were trained on the usage of the application and were instructed to take pictures of all of the meals consumed during the study. Participants were provided with a ruler to be included in the photograph to provide an approximate size measure for the meal. The custom app provided the ability for the participant to enter the estimated carbohydrate amount, their CBG value at the time of the meal, the type of meal (breakfast, lunch, dinner, snack or hypoglycemic treatment) and an optional text description of the meal. Each entry was uploaded to the study database with the date and time recorded. A trained dietitian analyzed all the meals for each subject on the day of the in-clinic exercise visit and the day after the exercise visits to estimate the meal contents and quantity of each meal. The dietitian also analyzed meal data during matched days of the control week. Energy and macronutrient composition of meals was analyzed with ESHA Food Processor SQL Software (ESHA Research, Salem, OR, USA [34]).

Statistical Analysis

Meal intake, exogenous insulin delivery and glycemic control metrics were calculated over the 24 hr. period from the end of the exercise to the same time next day. One subject failed to report any meal intake on multiple study days and as such, dietary records were only analyzed for 9 subjects and they were included in all of the food analyses. We performed the Shapiro-Wilk test to evaluate the assumption of normality and for the normally distributed values, we analyzed the relationship between each outcome and the intervention using a randomized mixed effects regression model with a random intercept to account for correlation between observations on the same participant, since two interventions were compared against a single control, significance was adjusted to 0.025. We included an effect for the day to control for possible carryover effects. The Wilcoxon rank-sum test was used to assess differences in the non-normally distributed duration of hypoglycemia. Data are presented as mean $\pm$ SD or mean (95% CI) or for data that are non-normally distributed median and interquartile range (IQR). All statistical analyses were conducted in R (version 3.4.2) [35]

Results

Results below are described in two sections with regards to two endpoints: first during the in-clinic exercise period and second for the 24 hr. post exercise period.

Ten adults (6 Females / 4 Males) with T1D had the following baseline characteristics, data is represented as mean $\pm$ SD: age 33 ± 6 years, BMI 24.4 ± 2.1 kg/m², duration of diabetes 18 ± 10 years, A1C $7.4 \pm 1\%$, VO₂max 46.8 ± 11.55 mL/kg/min, Fat $30 \pm 7\%$, total daily insulin dose 40.99 ± 7.26 units, resting heart rate 62.8 ± 7 beats/min, daily time in moderate to vigorous physical activity 1.1 ± 0.7 hours/day.

In-clinic exercise visits

At the start of the exercise bouts there was no difference between the glucose levels (aerobic exercise (AE): 8.78 ± 3.22 mmol/L vs resistance training (RT) 8.72 ± 3.5 mmol/L) but the decrease in glucose levels during exercise was significantly different between the two exercise types. AE caused a precipitous reduction in sensor glucose value over the exercise period with mean glucose reduction of 3.94 ± 2.67 mmol/L while the reduction in sensor glucose was smaller during RT with the mean glucose reduction of 1.33 ± 1.78 mmol/L ($p=0.007$). By the end of the recovery period (60 min post exercise), the sensor glucose levels were not statistically different. CGM glucose values during the exercise and recovery periods are shown in Figure 1A. The mean heart rate during the AE bout was 144.6 ± 8 beats/min and the mean heart rate during the RT bouts was 112.3 ± 11 beats/min. Additional RT information is provided in Supplementary Table 1. The EE during the AE visits was significantly higher than during the RT visits, with the EE during the AE visits being 429 ± 111 kcal and the EE during the RT visits being 252 ± 65 kcal ($p<0.001$). The EE values during the in-clinic visits are shown in Figure 1B. On average the participants had similar glucose and insulin on board at the start of the exercise interventions. The average insulin on board at the start of the aerobic exercise intervention was 4.56 ± 1 U and the average insulin on board at the start of the resistance training bout was 4.68 ± 1 U.

24 hr. post exercise in home glycemic control

Mean glucose value for the 24 hr. period was the lowest after RT visits (8.01 ± 1.94 mmol/L) as compared with AE visits (8.80 ± 2.17 mmol/L) and during the control week was 9.5 ± 2.7 mmol/L. Mean glucose for the 24 hr. post RT visit was 1.39 mmol/L lower than the mean glucose for the 24 hours matched control week (95% CI -2.25 -- -0.55 , $p = 0.002$, $Z = -3.29$). However, the mean glucose for the 24 hr. post AE visits was only 0.66 mmol/L lower than the 24 hour matched control week and the difference was not significant (95% CI -1.51 -- -0.19 , $p = 0.134$, $Z = -1.53$). Adjusting for the total insulin dosage within the random-effects model, we observed a mean glucose during the 24 hr. period post RT exercise that was 1.03 mmol/L lower compared with the control week (95% CI -1.90 -- -0.17 , $p = 0.024$). But making the same adjustment for total insulin dosage, the mean glucose during the 24 hr. period post AE visits was lower than the control week by only 0.40 mmol/L, and the difference was again not significant (95% CI -1.24 -- -0.45 , $p = 0.39$). When controlling for food intake, the mean glucose was still lower during the 24 hr. post RT period compared with the control week by 0.96 mmol/L (95% CI -1.82 -- -0.10 , $p = 0.036$). When controlling for food intake, the drop in mean glucose following AE was smaller at 0.06 mmol/L and not significantly different than the control week (95% CI -0.98 -- -0.86 , $p = 0.903$). After adjusting for either insulin dosage or meal intake, the mean glucose was significantly lower after RT but there was no difference from control after AE visits.

Time in range (% of time with sensor glucose between 3.9 mmol/L and 10 mmol/L) over the 24 hr. period after the RT visits was $70.3 \pm 15\%$ while the time in range over the 24 hr. period after the AE visits was $60.5 \pm 22\%$. During the control week, the time in range was $55.7 \pm 27\%$. We observed a statistically significant improvement in time in range of 14.61% (95% CI 3.50-25.71, $p = 0.013$, $Z = 2.6$) for the RT visit compared with the control week, while the increased time in range after the AE visits was only 4.72% compared with the control week and the change was not significant (95% CI -6.38-15.83, $p = 0.41$, $Z = 0.8$).

During the 24 hr. period after the RT visits the time in hyperglycemia (% of time with sensor glucose >10 mmol/L) was $23.1 \pm 17\%$ and after the AE visits was $32.9 \pm 25\%$. Participants spent $39.1 \pm 28\%$ in hyperglycemia during the same period in the control week of the study. We observed significant reduction in the time in hyperglycemia by -16% (95% CI -26.69 - -5.32, $p = 0.005$, $Z = -2.94$) for the 24 hr. period following RT visits compared with the control week. The reduced time in hyperglycemia after the AE visits was only -6.25% (95% CI -16.94 - -4.43, $p = 0.258$, $Z = -1.15$) compared with the control week.

The median time in hypoglycemia (% of time with sensor glucose ≤ 3.9 mmol/L) [IQR] over the 24 hr. period after the AE visits was 3.72[9.83] % and was 3.63[6.07] % after the RT visits, while during the control week this duration was 1.86[7.15] %. Subjects did not experience statistically significant differences in time in hypoglycemia after either AE or RT visits as compared with the control week of the study.

Table 1, shows the summary measures of the 24 hr. glycemic data. Individual markers of 24 hr. glycemic control are shown in Figure 2.

Energy and carbohydrate intake

A total of 112 week days of meal data were analyzed for this study. Participant recorded meal data was corroborated with both the insulin pump bolus data and the corresponding glucose sensor data. To account for missing meal data we removed that day's data from the analysis if either the participant had not reported more than one main meal for the day or if the total daily estimated consumption was less than 1000 kcals. Nine underreported days from 4 different subjects met the criteria to be deleted from the analysis leaving 103 days of nutrient intake. Participants had a significantly higher amount of energy intake during the 24 hr. after both types of in clinic exercise visits relative to the control days. The average energy intake was higher after the AE visits and RT visits compared with the control days by 623 ± 158 kcal ($p < 0.001$) and 468 ± 145 kcal ($p = 0.003$), respectively. Controlling for meal intake when looking at mean glucose during the 24-hour period after the RT visits, we observed a lower mean glucose during the 24 hr. period post RT that was less than during the control week by 0.96 mmol/L (95% CI 1.82 - -0.10, $p = 0.036$). Time in range was also higher following RT compared with the control week when controlling for meal intake by 11.74% ($p = 0.051$). When comparing mean glucose following AE versus the control week while making the same adjustment for meal intake, we found that the mean glucose was slightly lower during the 24 hr. period post AE, but the 0.06 mmol/L was smaller and not significant (95% CI -0.98 - -0.86, $p = 0.903$). After controlling for meals, time in range following AE was only slightly higher compared with the control week at 0.77% and was not significant ($p = 0.9$).

There was a higher need for hypoglycemic treatments during the 24 hr. period after the AE and RT visits compared with control days whereby the total carbohydrate intake was higher than the control week by 77 ± 17 g ($p < 0.001$) for AE and 42 ± 19 g ($p = 0.02$) for RT. Figure 3A shows the differences in the energy intake during the different weeks of the study.

Twenty-four hour post exercise activity levels

Participants were instructed to refrain from any structured and formal activity during the 24 hr. prior to and 24 hr. after their scheduled exercise or control period. There were no significant differences in time spent in the moderate to vigorous physical activity (MVPA) between the three periods. Participants spent 302 ± 118 minutes in MVPA during the control period, 305 ± 92 minutes in MVPA during the 24 hr. period after AE and 275 ± 96 minutes in MVPA after RT ($p = \text{NS}$).

Insulin administration

Insulin dosage data is shown in Table 1. Despite an increase in both energy and carbohydrate intake, the total insulin dosage during the 24 hr. period, was not significantly higher for days following either types of exercise visits as compared with the control days. Rather, basal insulin dosage was significantly lower by 2 ± 0.4 U of insulin after the AE visits ($p < 0.001$) as compared with control days. Insulin usage was lowered by only 0.4 ± 0.5 U of insulin after RT visits compared with the control week ($p = 0.3$). Participants injected significantly less bolus insulin after the RT visits, a reduction of 3.5 ± 1.5 U of insulin ($p = 0.01$) as compared with control days as opposed to a reduction of only 0.9 ± 2.7 U of insulin ($p = 0.5$) after the AE visits. Figure 3B shows the differences in the total insulin dosage during the different weeks of the study.

Discussion

Physical exercise is a cornerstone of diabetes management, but recent reviews have shown no clear evidence of glycemic benefit due to physical activity in adults with type 1 diabetes [11, 14, 16, 36]. However, exercise could provide a potential improvement in A1C in children and adolescents [8]. The present study highlights that RT is a promising strategy that can lead to improved glycemic control, but for AE the results are not as significant. In this study we demonstrate that during the 24 hr. period after either intervention, subjects increased meal intake both to manage hypoglycemic episodes and increased consumption of post dinner snacks to prevent nocturnal hypoglycemia as was speculated in Kennedy et al [11]. We also show that the participants used less insulin following both AE and RT exercise interventions, with significantly less bolus insulin after the RT visits and significant reduction in basal insulin after the AE visits. The decrease in bolus after RT could be due to either less correction boluses or reduced meal related insulin boluses. We also showed that the decrease in glucose during RT is less compared with AE, which confirms prior reports [24]. But we also found that the time spent in hypoglycemia during the 24 hr. period after either bout of exercise was no different as compared with the control week. Another insight generated by this study was that EE during AE and RT are significantly different, with participants during the RT bout expending less energy compared with AE and then subsequently consuming less food after the exercise compared with AE.

People with T1D find it challenging to dose insulin appropriately for meals and this becomes more challenging when exercise must also be considered as exercise is known to affect insulin sensitivity for many hours after exercise [36]. This study further expands on the published literature by investigating the effects of physical activity (RT and AE) on glycemic control during the 24 hr. period after the intervention while controlling for total insulin dosed and/or meal intake. These data highlight that individualized physical activity regimes could augment current insulin therapies to achieve optimal glycemic control. The responses to exercise are heterogenous in our subjects but most improvement in time in range was experienced by individuals who spent higher duration of time in the hyperglycemic range during the control weeks. Engaging in specific strategies to adjust insulin doses and minimize excessive carbohydrate consumption before, during and after exercise could help improve glycemic control and prevent dysglycemia.

Three prior studies on people with T1D have demonstrated that RT could provide improvements in A1C [37–39]. But a recent non-randomized long term study conducted in 8 adults with T1D who participated in unsupervised recreational training comprised of both AE and RT showed no improvement in A1C [40]. This inconsistency may have been due to the fact that both AE and RT exercises were performed during this study. As we show in the current study, RT showed significant improvement in glycemic outcomes while AE did not. The inconsistencies may also be explained by the fact that these studies have not accounted for varying meal and insulin intake during the monitoring period, and that metrics beyond A1C are important to consider [41,42]. A regular exercise regime of RT has been demonstrated to elicit beneficial metabolic responses (reductions in A1C and increased insulin sensitivity) in individuals with T2D due to gains in muscle mass and improved mitochondrial oxidative capacity [43,44].

Limited stores of muscle and liver glycogen stores are used as energy substrates during aerobic and resistance exercise, with the source and relative rate of glycogen depletion dependent upon the type and intensity of training [45]. The effects of either type of modality on glycemic levels can often last for several hours after exercise completion. As observed in this study, increased energy consumption after both exercise modalities, could be a result of needing to replenish glycogen stores. Other studies have shown that glucose uptake by the exercising muscles may be enhanced for many hours and often overnight [25]. While we strove to have participants performing both aerobic and resistance training at moderate intensities, it is possible that the relative rates of glycogen depletion and other sources of depletion (e.g., liver vs. muscle) differed between the two modalities and could account for some of the variation in glucose dynamics between AE and RT.

This pilot study had a few limitations including a small sample size. We have plans to replicate this study in a larger number of subjects. Another limitation is that we did not test other exercise modalities such as intermittent high-intensity interval training or a combination of both AE and RT, thus our findings here should be interpreted accordingly. We plan to investigate alternative exercise modalities in future projects to continue to understand how exercise impacts glycemic control. Another limitation of the current study is that while we controlled for the duration and intensity of exercise, we did not control for the energy expenditure between the two exercise modalities. It is not possible to simultaneously

control for duration, intensity, and energy expenditure, and we chose in this study to control for the first two. In the future, it would be important to study whether these results hold when energy expenditure is maintained constant between the exercise modalities. A further limitation was that while more than half of the participants were female, we did not collect information on the female participants' menstrual cycle, which is known to impact glucose levels.

Conclusions

Resistance training may improve glycemic control in adults with T1D, even when adjusting for changes in meal intake and changes in insulin dosage after the exercise event. The benefit of aerobic exercise on glycemic control may be tempered by increased amounts of food consumed during the day following exercise to balance increased energy expenditure.

Supplementary Material

Refer to Web version on PubMed Central for supplementary material.

Acknowledgements

RR and PGJ developed the protocol for the study, performed the data analysis and wrote the manuscript. RR and AW contributed to the meal intake data analysis. RR, AW, JEY, KWS, JRC and MG contributed to the data collection and to the manuscript writing. JRC and PGJ have a financial interest in Pacific Diabetes Technologies Inc., a company that may have a commercial interest in the results of this research and technology. The guarantor of this research is Peter Jacobs who takes responsibility for the contents of this article.

Funding Sources:

This work was supported by the National Institutes of Health [grant 1DP3DK101044], National Center for Advancing Translational Sciences of the National Institutes of Health under award number UL1TR0002369 and The M.J. Murdock Charitable Trust.

Abbreviations:

T1D	type 1 diabetes
A1C	glycated hemoglobin
T2D	type 2 diabetes
CGM	continuous glucose monitor
CBG	capillary blood glucose
1-RM	one-repetition maximum
AE	aerobic exercise
RT	resistance training
EE	energy expenditure
OHSU	Oregon Health and Science University

DEXA

Dual X-ray absorptiometry

References:

- [1]. Imperatore G, Boyle JP, Thompson TJ, Case D, Dabelea D, Hamman RF, et al. Projections of type 1 and type 2 diabetes burden in the US population aged < 20 years through 2050. *Diabetes Care* 2012;35:2515–20. [PubMed: 23173134]
- [2]. Miller KM, Foster NC, Beck RW, Bergenstal RM, DuBose SN, DiMeglio LA, et al. Current state of type 1 diabetes treatment in the U.S.: updated data from the T1D Exchange clinic registry. *Diabetes Care* 2015;38:971–8. doi:10.2337/dcl5-0078. [PubMed: 25998289]
- [3]. Weinstock RS, Schutz-Fuhrmann I, Connor CG, Hermann JM, Maahs DM, Schiitt M, et al. Type 1 diabetes in older adults: Comparing treatments and chronic complications in the United States T1D Exchange and the German/Austrian DPV registries. *Diabetes Res Clin Pract* 2016;122:28–37. doi: 10.1016/j.diabres.2016.09.024. [PubMed: 27764721]
- [4]. McKnight JA, Wild SH, Lamb MJE, Cooper MN, Jones TW, Davis EA, et al. Glycaemic control of Type 1 diabetes in clinical practice early in the 21st century: an international comparison. *Diabet Med* 2015;32:1036–50. doi: 10.1111/dme.12676. [PubMed: 25510978]
- [5]. Bohn B, Herbst A, Pfeifer M, Krakow D, Zimny S, Kopp F, et al. Impact of Physical Activity on Glycemic Control and Prevalence of Cardiovascular Risk Factors in Adults With Type 1 Diabetes: A Cross-sectional Multicenter Study of 18,028 Patients. *Diabetes Care* 2015;38:1536–43. doi: 10.2337/dcl50030. [PubMed: 26015557]
- [6]. Conway B, Miller RG, Costacou T, Fried L, Kelsey S, Evans RW, et al. Temporal patterns in overweight and obesity in Type 1 diabetes. *Diabet Med* 2010;27:398–404. doi: 10.1111/j.1464-5491.2010.02956.x. [PubMed: 20536510]
- [7]. Colberg SR, Sigal RJ, Yardley JE, Riddell MC, Dunstan DW, Dempsey PC, et al. Physical Activity/Exercise and Diabetes: A Position Statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care* 2016;39:2065–79. doi: 10.2337/dcl6-1728. [PubMed: 27926890]
- [8]. Quirk H, Blake H, Tennyson R, Randell TL, Glazebrook C. Physical activity interventions in children and young people with Type 1 diabetes mellitus: a systematic review with meta-analysis. *Diabet Med* 2014;31:1163–73. doi: 10.1111/dme.12531. [PubMed: 24965376]
- [9]. Miller RG, Mahajan HD, Costacou T, Sekikawa A, Anderson SJ, Orchard TJ. A Contemporary Estimate of Total Mortality and Cardiovascular Disease Risk in Young Adults With Type 1 Diabetes: The Pittsburgh Epidemiology of Diabetes Complications Study. *Diabetes Care* 2016;39:2296–303. doi: 10.2337/dcl6-1162. [PubMed: 27654986]
- [10]. Katz M, Giani E, Laffel L. Challenges and Opportunities in the Management of Cardiovascular Risk Factors in Youth With Type 1 Diabetes: Lifestyle and Beyond. *Curr Diab Rep* 2015; 15:119. doi: 10.1007/s11892-015-0692-4. [PubMed: 26520142]
- [11]. Kennedy A, Nirantharakumar K, Chimen M, Pang TT, Hemming K, Andrews RC, et al. Does exercise improve glycaemic control in type 1 diabetes? A systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 2013;8:e58861. doi: 10.1371/journal.pone.0058861. [PubMed: 23554942]
- [12]. Chimen M, Kennedy A, Nirantharakumar K, Pang TT, Andrews R, Narendran P. What are the health benefits of physical activity in type 1 diabetes mellitus? A literature review. *Diabetologia* 2012;55:542–51. doi: 10.1007/s00125-011-2403-2. [PubMed: 22189486]
- [13]. Zoppini G, Carlini M, Muggeo M. Self-reported exercise and quality of life in young type 1 diabetic subjects. *Diabetes Nutr Metab* 2003;16:77–80. [PubMed: 12848309]
- [14]. Riddell MC, Gallen IW, Smart CE, Taplin CE, Adolfsson P, Lumb AN, et al. Exercise management in type 1 diabetes: a consensus statement. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2017;5:377–90. doi: 10.1016/S22138587(17)30014-1. [PubMed: 28126459]
- [15]. Umpierre D, Ribeiro PAB, Kramer CK, Leitao CB, Zucatti ATN, Azevedo MJ, et al. Physical activity advice only or structured exercise training and association with HbA1c levels in type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *JAMA* 2011;305:1790–9. doi:10.1001/jama.2011.576. [PubMed: 21540423]

- [16]. Sigal RJ, Kenny GP, Boule NG, Wells GA, Prud'homme D, Fortier M, et al. Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes: a randomized trial. *Ann Intern Med* 2007;147:357–69. [PubMed: 17876019]
- [17]. Yardley JE, Hay J, Abou-Setta AM, Marks SD, McGavock J. A systematic review and meta-analysis of exercise interventions in adults with type 1 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract* 2014;106:393–400. doi:10.1016/j.diabres.2014.09.038. [PubMed: 25451913]
- [18]. Jacobs PG, El Youssef J, Reddy R, Resalat N, Branigan D, Condon J, et al. Randomized trial of a dualhormone artificial pancreas with dosing adjustment during exercise compared with no adjustment and sensor-augmented pump therapy. *Diabetes Obes Metab* 2016;18:1110–9. doi: 10.1111/dom.12707. [PubMed: 27333970]
- [19]. Reddy R, El Youssef J, Winters-Stone K, Branigan D, Leitschuh J, Castle J, et al. The effect of exercise on sleep in adults with type 1 diabetes. *Diabetes Obes Metab* 2018;20:443–7. doi: 10.1111/dom.13065. [PubMed: 28718987]
- [20]. Zaharieva DP, Riddell MC. Insulin Management Strategies for Exercise in Diabetes. *Can J Diabetes* 2017;41:507–16. doi: 10.1016/j.cjcd.2017.07.004. [PubMed: 28942788]
- [21]. Francescato MP, Stel G, Stenner E, Geat M. Prolonged exercise in type 1 diabetes: performance of a customizable algorithm to estimate the carbohydrate supplements to minimize glycemic imbalances. *PLoS One* 2015;10:e0125220. doi: 10.1371/journal.pone.0125220. [PubMed: 25918842]
- [22]. Ryninks K, Sutton E, Thomas E, Jago R, Shield JPH, Burren CP. Attitudes to Exercise and Diabetes in Young People with Type 1 Diabetes Mellitus: A Qualitative Analysis. *PLoS One* 2015;10:e0137562. doi: 10.1371/journal.pone.0137562. [PubMed: 26465770]
- [23]. Yardley JE, Kenny GP, Perkins BA, Riddell MC, Malcolm J, Boulay P, et al. Effects of performing resistance exercise before versus after aerobic exercise on glycemia in type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2012;35:669–75. doi: 10.2337/dcl1-1844. [PubMed: 22374639]
- [24]. Yardley JE, Kenny GP, Perkins BA, Riddell MC, Balaa N, Malcolm J, et al. Resistance versus aerobic exercise: acute effects on glycemia in type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2013;36:537–42. doi: 10.2337/dcl20963. [PubMed: 23172972]
- [25]. Iscoe KE, Riddell MC. Continuous moderate-intensity exercise with or without intermittent high-intensity work: effects on acute and late glycaemia in athletes with Type 1 diabetes mellitus. *Diabet Med* 2011;28:824–32. doi: 10.1111/j.1464-5491.2011.03274.x. [PubMed: 21388440]
- [26]. Mozaffarian D, Benjamin EJ, Go AS, Arnett DK, Blaha MJ, Cushman M, et al. Heart disease and stroke statistics—2015 update: a report from the American Heart Association. *Circulation* 2015;131:e29–322. doi: 10.1161/CIR.000000000000152. [PubMed: 25520374]
- [27]. American College of Sports Medicine. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Lippincott Williams & Wilkins; 2013.
- [28]. Hafif GG, Triplett NT. *Essentials of Strength Training and Conditioning 4th Edition Human Kinetics*; 2015.
- [29]. Harris PA, Taylor R, Thielke R, Payne J, Gonzalez N, Conde JG. Research electronic data capture (REDCap)—a metadata-driven methodology and workflow process for providing translational research informatics support. *J Biomed Inform* 2009;42:377–81. doi: 10.1016/j.jbi.2008.08.010. [PubMed: 18929686]
- [30]. di Prampero PE, Ferretti G. The energetics of anaerobic muscle metabolism: a reappraisal of older and recent concepts. *Respir Physiol* 1999;118:103–15. [PubMed: 10647856]
- [31]. Vianna JM, Wemeck FZ, Coelho EF, Damasceno VO, Reis VM. Oxygen uptake and heart rate kinetics after different types of resistance exercise. *J Hum Kinet* 2014;42:235–44. doi: 10.2478/hukin-2014-0077. [PubMed: 25414756]
- [32]. Reis VM, Scott CB. Modeling the Total Energy Costs of Resistance Exercise: a Work in Progress. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine* 2016;14:5–12. doi: 10.18276/cej.2016.2-01.
- [33]. Vezina JW, Der Ananian CA, Campbell KD, Meckes N, Ainsworth BE. An examination of the differences between two methods of estimating energy expenditure in resistance training activities. *J Strength Cond Res* 2014;28:1026–31. doi:10.1519/JSC.0000000000000375. [PubMed: 24402448]

Author Manuscript

Author Manuscript

Author Manuscript

Author Manuscript

- [34]. Ahuja JKC, Moshfegh AJ, Holden JM, Harris E. USDA food and nutrient databases provide the infrastructure for food and nutrition research, policy, and practice. *J Nutr* 2013;143:241S–9S. doi: 10.3945/jn.112.170043. [PubMed: 23269654]
- [35]. R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing 2017.
- [36]. Ostman C, Jewiss D, King N, Smart NA. Clinical outcomes to exercise training in type 1 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Diabetes Res Clin Pract* 2017. doi:10.1016/j.diabres.2017.11.036.
- [37]. Durak EP, Jovanovic-Peterson L, Peterson CM. Randomized crossover study of effect of resistance training on glycemic control, muscular strength, and cholesterol in type I diabetic men. *Diabetes Care* 1990;13:1039–43. doi: 10.2337/diacare.13.10.1039. [PubMed: 2209300]
- [38]. Mosher PE, Nash MS, Perry AC, LaPerriere AR, Goldberg RB. Aerobic circuit exercise training: effect on adolescents with well-controlled insulin-dependent diabetes mellitus. *Arch Phys Med Rehabil* 1998;79:652–7. [PubMed: 9630144]
- [39]. Ramalho AC, de Lourdes Lima M, Nunes F, Cambui Z, Barbosa C, Andrade A, et al. The effect of resistance versus aerobic training on metabolic control in patients with type-1 diabetes mellitus. *Diabetes Res Clin Pract* 2006;72:271–6. doi: 10.1016/j.diabres.2005.11.011. [PubMed: 16406128]
- [40]. Rissanen A- PE, Tikkanen HO, Koponen AS, Aho JM, Peltonen JE. One-year unsupervised individualized exercise training intervention enhances cardiorespiratory fitness but not muscle deoxygenation or glycemic control in adults with type 1 diabetes. *Appl Physiol Nutr Metab* 2018;43:387–96. doi: 10.1139/apnm-2017-0222. [PubMed: 29156141]
- [41]. Wright LA- C, Hirsch IB. Metrics Beyond Hemoglobin A1C in Diabetes Management: Time in Range, Hypoglycemia, and Other Parameters. *Diabetes Technol Ther* 2017;19:S16–26. doi: 10.1089/dia.2017.0029. [PubMed: 28541136]
- [42]. Agiostratidou G, Anhalt H, Ball D, Blonde L, Gourgari E, Harriman KN, et al. Standardizing Clinically Meaningful Outcome Measures Beyond HbA1c for Type 1 Diabetes: A Consensus Report of the American Association of Clinical Endocrinologists, the American Association of Diabetes Educators, the American Diabetes Association, the Endocrine Society, JDRF International, The Leona M. and Harry B. Helmsley Charitable Trust, the Pediatric Endocrine Society, and the T1D Exchange. *Diabetes Care* 2017;40:1622–30. doi: 10.2337/dcl17-1624. [PubMed: 29162582]
- [43]. Pesta DH, Goncalves RLS, Madiraju AK, Strasser B, Sparks LM. Resistance training to improve type 2 diabetes: working toward a prescription for the future. *Nutr Metab* 2017;14:24. doi: 10.1186/s12986-0170173-7.
- [44]. Mann S, Beedie C, Balducci S, Zanuso S, Allgrove J, Bertiato F, et al. Changes in insulin sensitivity in response to different modalities of exercise: a review of the evidence. *Diabetes Metab Res Rev* 2014;30:257–68. doi:10.1002/dmrr.2488. [PubMed: 24130081]
- [45]. Egan B, Zierath JR. Exercise metabolism and the molecular regulation of skeletal muscle adaptation. *Cell Metab* 2013;17:162–84. doi: 10.1016/j.cmet.2012.12.012. [PubMed: 23395166]

Key Messages:

Resistance training may improve glycemic control in adults with type 1 diabetes.

Glucose levels tend to decline less during resistance exercise compared with during aerobic exercise. Resistance exercise may result in a decreased mean glucose and increased time in range during the 24hours after exercising.

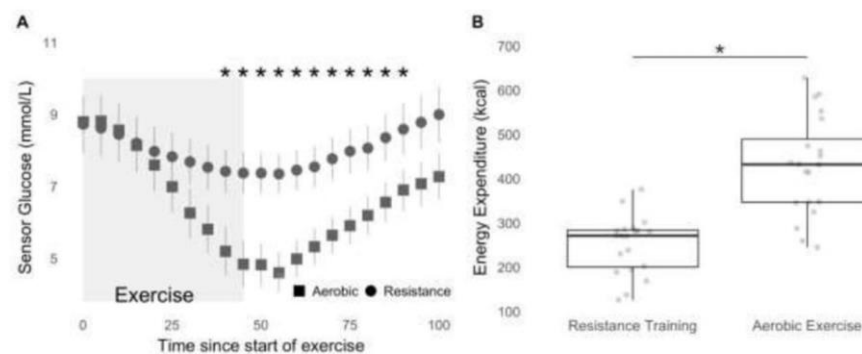


Figure 1:

A: Glycemic response during the in-clinic exercise visits. Sensor glucose data is represented as Mean $\pm$ SE during the exercise (represented by box) and 60 min of recovery: ■ resistance training, •, aerobic exercise. * indicate the statistically significant difference between the two interventions based on the paired sample t-tests ($p < 0.05$).

B: Box plots with individual points indicating the estimated energy expenditure in kcal during the inclinic exercise sessions. EE between the visits was significantly different between the interventions. * indicates the statistically significant difference between the energy expenditure during the two types of interventions based on the paired sample t-test ($p < 0.05$).

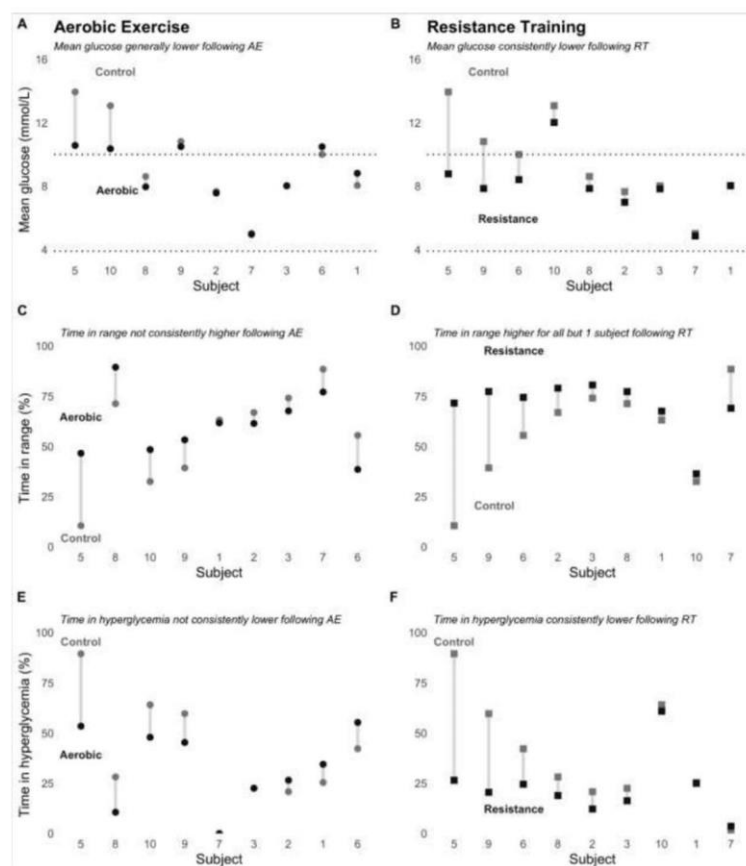


Figure 2: Improvements in glycemic outcomes for each study participant are shown in this figure. In the 24 hr. period following RT, all subjects experience positive reductions in mean glucose value and all but one subject experienced reductions in time in hyperglycemia and improvement in time in range compared with the control week. But the same outcomes after AE are not as consistent. In each panel data for each individual subject is shown with ■ indicating resistance training and • indicating aerobic exercise. Inset in each panel is the numerical difference in the outcome measured for the intervention represented in the panel.

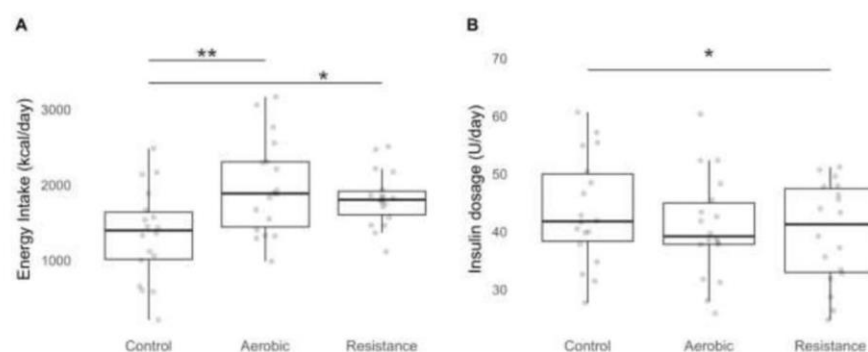


Figure 3:

A: Box plots with individual data points indicating the nutritionist estimated energy intake from the meal pictures collected during the 24 hr. period after the in-clinic exercise visit during each intervention week. The energy intake was significantly higher during the 24 hr. after the aerobic and resistance training in-clinic sessions, as indicated by the * based on the randomized mixed effects regression model with a random intercept to account for correlation between observations on the same participant ($p < 0.025$)

B: Box plots with individual data points indicating the insulin dosage downloaded from the insulin pump during the 24 hr. period after the in-clinic exercise visit during each intervention week. The total insulin dosage was significantly lower during the 24 hr. after the resistance training in-clinic sessions, as indicated by the * based on the randomized mixed effects regression model with a random intercept to account for correlation between observations on the same participant ($p < 0.025$).

Table 1:

Summary of the average glycemic control, insulin dosage and energy intake for the 24 hr. period after the exercise visit. Randomized mixed effects regression model with a random intercept to account for correlation between observations on the same participant was used to determine the significance of each outcome relative to the intervention. Since two interventions were compared against a single control, significance was adjusted to 0.025. (*p<0.025). Time in hypoglycemia is shown as median [IQR]

	Control	Aerobic Exercise	Resistance Training
Time in range (%)	55.7 ± 25	60.5 ± 22	70.3 ± 15*
Time in hypoglycemia (%)	1.86[7.15]	3.71[9.83]	3.63[6.07]
Time in hyperglycemia (%)	39.1 ± 28	32.9 ± 25	23.1 ± 17*
Glucose Mean (mmol/L)	9.5 ± 2.7	8.80 ± 2.17	8.01 ± 1.94 *
Energy Intake (kcal/day)	1347 ± 606	1970 ± 630*	1816 ± 362*
24 hr. Insulin dosage (U)	43.6 ± 9	40.8 ± 9	39.8 ± 9*
24 hr. Bolus Insulin dosage (U)	19.2 ± 10	18.3 ± 8	15.7 ± 8*
24 hr. Basal Insulin dosage (U)	24.4 ± 6	22.5 ± 5*	24.1 ± 5

Author Manuscript

Author Manuscript

Author Manuscript

Author Manuscript

Lampiran 2 Jurnal ke-2

RESEARCH ARTICLE

pISSN: 0126-074X | eISSN: 2338-6223

MKB. 51(4):201-5

<https://doi.org/10.15395/mkb.v51n4.1765>

Physical Activities Decrease Fasting Blood Glucose Level in Diabetes Mellitus Type 2 Patients: Use of International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) in Rural Area

Mirasari Putri,¹ Rd. Tiara Indah Persariningrat,² Samsudin Surialaga,¹ Mas Rizky A. A. Syamsunarno³¹Department of Biochemistry, Faculty of Medicine, Universitas Islam Bandung, Indonesia, ²Medical Undergraduate Program, Faculty of Medicine, Universitas Islam Bandung, Indonesia, ³Department of Biomedical Sciences, Faculty of Medicine Universitas Padjadjaran Sumedang, Indonesia

Abstract

An increase in the incidence of diabetes mellitus type 2 (DM-2) has been observed from 1.1% in 2007 to 1.5% in 2018 with incidents occur in both urban areas and rural areas of Indonesia. Garut as one of the rural areas in Indonesia is the fourth district with the highest DM-2 incidence in West Java Province, Indonesia. Physical activity is considered to affect the glycemic control and weight loss in DM-2 patients. Therefore, the purpose of this study was to determine the relation between the physical activity level and blood glucose level in DM-2 patients in Garut, Indonesia. This was a cross-sectional observational analytic study on 46 DM-2 patients who were the members of the Garut Branch of the Indonesian Diabetes Association (PERSADIA), in May 2018. The physical activity level was measured using the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) while the blood glucose level was measured using fasting blood glucose level test. Data were then analyzed using analysis of variance test. Results showed that most participants had a low level of physical activity (52.2%) while the lowest fasting blood glucose was obtained from patients with high physical activity (98.63 ± 11.6), compared to those with moderate and low physical activity levels (123.43 ± 20.16 and 164.21 ± 19.04 mg/dL, respectively) with $p=0.000$ ($p<0.05$). Lifestyle changes, especially in the form of the lack physical activity, were seen also in the rural area in Indonesia. High physical activity level is the most effective measure to lower fasting blood glucose level in DM-2 patients.

Keywords: Diabetes mellitus type 2, fasting blood glucose level, IPAQ, physical activity, rural area

Aktivitas Fisik Menurunkan Kadar Glukosa Darah Puasa pada Pasien Diabetes Mellitus Tipe 2: Menggunakan the *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ) di Rural Area

Abstrak

Kejadian pasien diabetes mellitus tipe 2 (DM-2) pada tahun 2018 (1,5%) mengalami peningkatan dibandingkan dengan tahun 2007 (1,1%), terjadi baik di daerah perkotaan dan pedesaan di Indonesia. Garut sebagai salah satu daerah pedesaan di Indonesia adalah salah satu kabupaten dengan insidens DM-2 terbesar keempat di Jawa Barat-Indonesia. Aktivitas fisik dianggap memengaruhi kontrol glikemik dan penurunan berat badan pada pasien DM-2. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui hubungan tingkat aktivitas fisik dengan kadar glukosa darah pada pasien DM-2 di Garut-Indonesia. Subjek penelitian ini adalah 46 pasien DM-2 yang tergabung dalam Persatuan Diabetes Indonesia (PERSADIA), cabang Kabupaten Garut, pada Mei 2018. Metode penelitian yang digunakan adalah analitik observasional dengan metode *cross-sectional*. *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ) sebagai alat untuk mengukur tingkat aktivitas fisik, selain itu dilakukan pengukuran kadar glukosa darah puasa. Data dianalisis menggunakan *analysis of variance test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar peserta memiliki tingkat aktivitas fisik yang rendah (52,2%) dan glukosa darah puasa terendah diperoleh dari pasien dengan aktivitas fisik yang tinggi ($98,63 \pm 11,6$) dibandingkan dengan aktivitas fisik sedang dan rendah ($123,43 \pm 20,16$ dan $164,21 \pm 19,04$ mg/dL), dengan $p=0.000$ ($p<0,05$). Perubahan gaya hidup terutama kurangnya aktivitas fisik juga terjadi di daerah pedesaan di Indonesia dan aktivitas fisik yang tinggi adalah tipe yang paling efektif menurunkan kadar glukosa darah puasa pada pasien DM-2.

Kata kunci: Aktivitas fisik, diabetes mellitus tipe 2, glukosa darah puasa, IPAQ, pedesaan

Corresponding Author: Mirasari Putri, Department of Biochemistry, Faculty of Medicine, Universitas Islam Bandung, Jalan Taman Sari No. 22, Bandung, West Java, 40116, Indonesia, Email: putrimirasari@gmail.com

Introduction

Diabetes Mellitus Type 2 (DM-2) prevalence increases with age, and even though it tends to be remarkably high in adults of all ages, recent findings have shown that DM-2 has also been diagnosed in adolescents.¹ In US population, approximately 30.3 million people (9.4%) had diabetes in 2015.² Based on the Indonesian Basic Health Research (IBHR) Report, the prevalence of DM-2 patients in Indonesia was higher in 2018 (1.5%) when compared to the same prevalence in 2007 (1.1%) with both urban area (1.89%) and rural area (1.01%) affected by this disease.³ In 2012, the incidence of DM-2 in West Java has reached 10,000 with Garut district, a rural area in West Java, ranks fifth among the districts with the highest incidence of DM-2 with 23.7% DM-2 incidence.⁴

Physical activity is considered to effectively control blood glucose level in DM-2 patients.⁵ Our body will use glucose as fuel to produce energy when we are doing physical activities. Glucose in the body is derived from blood, liver, and also muscles. Glucose in the form of glycogen will be stored in the liver and muscles. During the first 15 minutes of physical exercise, the majority of the fuel used is from glucose in the bloodstream or glycogen in the muscle through back-conversion of glycogen into glucose. After exercising for 30 minutes, the body starts to increase glucose use from the blood, liver, and muscles to get more energy that a decrease in blood glucose level and glycogen is seen.⁶ A previous study by Petermann et al.⁷ stated that there is a significant correlation between DM-2 and physical activity level, especially for people with a family history of DM-2. The lifestyle differences in the rural and urban area contribute to cardiometabolic diseases, including DM-2. A study by Obirikorang et al.⁸ showed that people from urban area have a higher fasting blood sugar level than those from rural area. The cardiometabolic risk factors such as lack of physical activities, smoking, hypertension, abdominal obesity, dyslipidemia, and excessive alcohol intake are more likely found in urban society, which becomes the reason why so many studies performed in urban areas and only a few studies performed in rural areas.^{2,8,9} This study was intended to explore one of the cardiometabolic risks, i.e. physical activity, and its relationship with fasting blood glucose level in DM-2 patients in a rural area in Indonesia.

Methods

This study was conducted in Dr. Slamet District General Hospital in Garut district in May 2018. The participants consisted of 46 DM-2 patients who were the members of the Indonesian Diabetes Association (PERSADIA). The inclusion criterias were DM-2 patient who was a member of PERSADIA organization in Garut District, male and female, and willing to participate in the study. Meanwhile, the exclusion criteria in this study were DM-2 patients with complications such as hypertension and cardiovascular diseases. Informed consent was signed before all procedures were started. This study was approved by the Ethics Committee of the Faculty of Medicine, Bandung Islamic University, with the issuance of the ethical clearance Number: 335/Ethics Committee.FK/III/2018.

This was an observational analytic study using cross-sectional approach. The International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) - short form instrument was used to measure the levels of physical activities. This questionnaire has been widely used to identify the individual level of activity with a coefficient of test-retest reliability indicates a good stability with high reliability ($\alpha < 80$).¹⁰⁻¹²

There are 7 questions in this questionnaire and median values and interquartile ranges can be computed for walking (W), moderate-intensity activities (M), vigorous-intensity activities (V), and a combined total physical activity score. All continuous scores are expressed in MET-minutes/week. There are 3 categorical scores: category 1 (Low) that represents the lowest level of physical activities consisting of individuals who do not meet criteria for categories 2 or 3; category 2 (moderate) that represents a pattern of activities that include either involved in 3 or more days of vigorous-intensity activity of at least 20 minutes per day OR 5 or more days of moderate-intensity activities and/or walking of at least 30 minutes per day OR 5 or more days of any combination of walking and moderate intensity or vigorous intensity activities with a minimum Total physical activity of at least 600 MET-minutes/week; and Category 3 (high) that describe higher levels of activities that meet one of the criteria of vigorous-intensity activities in at least 3 days and achieving a minimum total physical activity of at least 1,500 MET-minutes/week OR, 7 or more days of any combination of walking and moderate-intensity or vigorous-

Table Participant Characteristics

Characteristics	Category	Number (n=46)	Percentage (%)
Gender	Female	37	80.4
	Male	9	19.6
Age	<50 years	22	47.8
	≥50 years	24	52.2
Physical activity	Low	24	52.2
	Medium	14	30.4
	High	8	17.4

intensity activities with a minimum total physical activity of at least 3000 MET-minutes/week.¹²

The instrument used to determine the fasting blood glucose (FBG) level in DM type 2 patients was a digital Glucometer (Accu-Check).

Analysis of variance (ANOVA) was used to assess the significant difference between each group (p-value <0.05=significant and p-value <0.01= very significant) with LSD as the post-hoc test. The Spearman rank correlation was then test performed to show the correlation.

Results

The characteristics of DM-2 patients are listed in Table 1, showing that more in women than men participated in the study with most participants aged >50 years old (52.2%). For the physical

activity level, most of participants had a low level of physical activities (52.2%).

It is shown that the FBG level in DM-2 patients ranged from 83-200 mg/dL with an average of 140.39 mg/dL.

Figure shows that the highest mean of FBG level was seen in patients with low level of physical activities (164±19.04 mg/dL) while the lowest FBG was seen in patients with a high level of physical activities (98±11.06 mg/dL). The LSD post-hoc test was used to compare the groups and the results showed that patients with a high level of physical activities had a significantly lower FBG compared to the FBG in patients with low even moderate physical activity level (p-value<0.001). This result was also similar to the result of comparison between FBG in patients with a moderate level of physical activities and FBG in patients with low physical activity level

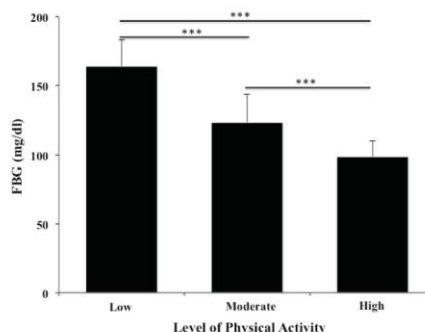


Figure FBG Decreases with increasing Physical Activity Level in DM-2 Patients

Note: Data are presented as mean ± SD with n=46, statistical analysis by one way ANOVA, LSD posthoc test. ***: p<0.01=very significant

(p -value<0.001).

The correlation between variables as analyzed using the Spearman rank test showed a statistically significant correlation between physical activity level and FBG level in DM-2 patients ($p=0.000$, $r=-0.842$). The negative correlation coefficients reflected an opposite direction of correlation where the higher the physical activity level is, the lower the FBG level. Furthermore, people who do walking had the highest total cholesterol and LDL cholesterol levels. The strength of the correlation between these variables was very strong ($r > 0.75$).

Discussions

Blood glucose is the main carbohydrate fuel found in the blood and is the primary fuel for many organs of the body. In some parts of the body, blood glucose is the main source of energy formation while in some other parts of the body glucose is stored in the form of glycogen.⁶ The blood glucose level in the human body can be used as an indicator that a person has diabetes mellitus and also can be used to monitor treatment results.¹³

Very significant differences in FBG level between DM-2 patients with different physical activity levels were seen where patients with a high physical activity level had the lowest average blood glucose level compared to those with moderate and low physical activity levels. Thus, the high physical activity level is the most effective physical activity level for reducing the blood glucose level. Using the correlation test, a very strong negative correlation was revealed between physical activity level and FBG level in DM-2 patients. That was, the higher the physical activity is, the lower the FBG level falls. According to the American Diabetes Association (ADA) 2019, physical inactivity is one of the DM-2 risk factors and is the reason for including physical activities in the lifestyle management for DM-2.¹² Physical activities improve various metabolic processes of DM-2 patients including increasing the sensitivity of insulin, strengthening the skeletal muscles, and expanding the quadriceps muscles especially in the cross-sectional area that will increase the number of insulin receptors.¹⁴

Using the IPAQ score, it is apparent that many participants of this study were in category 1, reflecting a low physical activity level. The possible mechanism is that low physical activity level can decrease glycolipid uptake and utilization by downregulating GLUT-4 gene

expression in the skeletal muscle cells. This gene has the responsibility in improving the skeletal muscle capability by increasing glucose uptake and transport.¹⁴ It also plays a role in body mass index (BMI) optimization, DNA methylation modulation, as well as upregulating some cytokines secretion that correlates with exercises and metabolic diseases.¹⁵⁻¹⁸

The results of the current study are in line with the findings in a study performed by Paramitha¹⁹ in 2014 where they showed a significant relationship between physical activity and blood glucose levels in DM-2 patients in Karanganyar District General Hospital, Surakarta with $p = 0.001$ and $r = -0.433$ and also a study by Nurayati and Adriani²⁰ in Surabaya city in 2007. Recently, DM-2 risk is increasing with a change in the lifestyle that adopts low activity level and high carbohydrate consumption. According to IBHR 2013, the prevalence of DM-2 in urban areas in Indonesia is around 5.7%. This present study was conducted in Garut district, which is, unlike Surabaya and Surakarta, not an urban area in Indonesia. According to the Health Profile of West Java Province in 2012, Garut is the fifth-rank districts with the highest incidence of DM-2 with 23.7% incidence rate.⁴ This study showed that most DM-2 patients have low physical activity, suggesting lifestyle change also happens in the rural area.

The limitation of the study is that it does not include other risk factors such as obesity, smoking, and hypertension in the consideration. Further studies are expected to add other variables that can affect blood glucose level and also the mechanisms involved. In conclusion, lack of physical activities are also seen in Garut as one of the rural areas in Indonesia and that high physical activity level significantly reduce blood glucose level in DM-2 patients.

References

1. Keresztes P, Peacock-Johnson A. CE: type 2 diabetes: a pharmacologic update. *Am J Nursing*. 2019;119(3):32-40.
2. Fan W. Epidemiology in diabetes mellitus and cardiovascular disease. *Cardiovascular Endocrinology Metabolism*. 2017;6(1):8-16.
3. Riskesdas. Laporan Nasional Riset Kesehatan Dasar 2018. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia; 2018.
4. Depkes. Profil Kesehatan Provinsi Jawa Barat 2012. Bandung: Dinas Kesehatan; 2012.
5. Association AD. 5. Lifestyle management:

- standards of medical care in diabetes-2019. *Diabetes care*. 2019;42(Suppl 1):S46–60.
6. Stanford KI, Goodyear LJ. Exercise and type 2 diabetes: molecular mechanisms regulating glucose uptake in skeletal muscle. *Advances in Physiology Education*. 2014;38(4):308–14.
 7. Petermann F, Diaz-Martinez X, Garrido-Mendez A, Leiva AM, Martinez MA, Salas C, et al. Association between type 2 diabetes and physical activity in individuals with family history of diabetes. *Gaceta sanitaria*. 2018;32(3):230–5.
 8. Obirikorang C, Osakunor DNM, Anto EO, Amponsah SO, Adarkwa OK. Obesity and cardio-metabolic risk factors in an urban and rural population in the Ashanti Region-Ghana: A Comparative Cross-Sectional Study. *PLoS One*. 2015;10(6):e0129494.
 9. Al Musaimi O, Abu-Nawwas A, Al Shaer D, Khaleel N, Fawzi M. Influence of age, gender, smoking, diabetes, thyroid and cardiac dysfunctions on cystatin C biomarker. *Medicina de Familia. Semergen*. 2019;45(1):44–51.
 10. Vasickova J, Groffik D, Fromel K, Chmielik F, Wasowicz W. Determining gender differences in adolescent physical activity levels using IPAQ long form and pedometers. *Ann Agric Environ Med*. 2013;20(4):749–55.
 11. Van Poppel MN, Chinapaw MJ, Mokkink LB, Van Mechelen W, Terwee CB. Physical activity questionnaires for adults. *Sports med*. 2010;40(7):565–600.
 12. Craig CL, Marshall AL, Sjöström M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth BE, et al. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35(8):1381–95.
 13. Maharani AI, Hasmono D, Diansyah MN. Use of anti-dyslipidemia in type 2 diabetes mellitus. *Indian J Public Health Res Development*. 2019;10(8):1970–6.
 14. American Diabetes Association (ADA). Introduction: standards of medical care in diabetes 2019. *Diabetes Care*. 2019;42(Suppl 1):S1–2.
 15. Fonseca RM, Roschel H, Tricoli V, de Souza EO, Wilson JM, Laurentino GC, et al. Changes in exercises are more effective than in loading schemes to improve muscle strength. *J Strength Cond Res*. 2014;28(11):3085–92.
 16. Hussey SE, McGee SL, Garnham A, McConell GK, Hargreaves M. Exercise increases skeletal muscle GLUT4 gene expression in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Obes Metab*. 2012;14(8):768–71.
 17. Yang D, Yang Y, Li Y, Han R. Physical exercise as therapy for type 2 diabetes mellitus: from mechanism to orientation. *Ann Nutr Metab*. 2019;74(4):313–21.
 18. Thent ZC, Das S, Henry LJ. Role of exercise in the management of diabetes mellitus: the global scenario. *PLoS One*. 2013;8(11):e80436.
 19. Paramitha GM. Hubungan Aktivitas fisik dengan kadar gula darah pada pasien diabetes melitus tipe 2 di Rumah Sakit Umum Daerah Karanganyar. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta; 2014.
 20. Nurayati L, Adriani M. Hubungan Aktivitas fisik dengan kadar gula darah puasa penderita diabetes melitus tipe 2. *Amerta Nutr*. 2017;1(2):80–7.

Lampiran 3 Jurnal ke-3

OPEN ACCESS

Indonesian Journal of Human Nutrition

P-ISSN 2442-6636

E-ISSN 2355-3987

www.ijhn.ub.ac.id

Artikel Hasil Penelitian



Hubungan Aktivitas Fisik dan Kekuatan Massa Otot dengan Kadar Gula Darah Sewaktu

Kathleen Nurman¹, Edri Indah Yuliza Nur¹, Tri Ardianti Khasanah¹

¹Program Studi Gizi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Binawan

*Alamat korespondensi: ardianti@binawan.ac.id, Tlp: +6285725365400

Diterima: Maret 2020

Direview: April 2020

Dimuat: Juni 2020

Abstrak

Aktivitas fisik merupakan salah satu pilar pelaksanaan penanganan pasien diabetes mellitus. Pasien diabetes cenderung memiliki kekuatan massa otot dan fungsi tangan yang menurun yang dapat berakibat pada menurunnya kualitas hidup. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui hubungan aktivitas fisik dan kekuatan massa otot terhadap kadar glukosa darah sewaktu pada pasien diabetes mellitus tipe 2. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif analitik dengan pendekatan observasional dan desain *cross-sectional* melibatkan 77 responden terdiagnosa diabetes mellitus tipe 2 berusia 18-60 tahun diwawancara mengenai aktivitas fisik menggunakan *International Physical Activity Questionnaire* serta pengukuran kekuatan massa otot menggunakan *hand dynamometer* dan kadar gula darah sewaktu (GDS) menggunakan alat pengukur glukosa darah. Kadar GDS responden didominasi oleh kategori GDS tinggi yaitu 55 orang (71,4%), kategori kekuatan massa otot lemah memiliki persentase terbanyak yaitu 40 orang (51,9%), dan aktivitas fisik sedang sebanyak 46 orang (59,7%). Terdapat hubungan antara aktivitas fisik dan kekuatan massa otot dengan kadar gula darah sewaktu pasien diabetes mellitus tipe 2.

Kata kunci: aktivitas fisik, kekuatan massa otot, gula darah sewaktu, diabetes mellitus

Abstract

Physical activity is one of the most important interventions for patients with diabetes mellitus. Patients with this metabolic disease tend to have lower skeletal muscle strength that results in lower quality of life. This study aimed to examine the relation of physical activity and skeletal muscle strength on blood glucose level of type 2 diabetes mellitus patients. This study was an analytic observational study. The research subjects were 77 patients with type 2 diabetes mellitus aged 18-60 years old. Interviews were conducted on their physical activity habits using the *International Physical Activity Questionnaire*. Handgrip strength was measured using *hand dynamometer*, while the rapid blood glucose was measured using a blood glucose monitoring device. Most prevalent blood glucose level category in this study was "high" with 71.4% of respondents, 51.9% of respondents had low skeletal muscle strength, and 59.7% of respondents had moderate physical activity level. There is a significant relationship between physical activity and skeletal muscle strength of patients with type 2 diabetes mellitus blood glucose levels.

Keywords: physical activity, skeletal muscle strength, blood glucose level, diabetes mellitus

PENDAHULUAN

Diabetes melitus (DM) merupakan salah satu penyakit tidak menular yang menyebabkan 1,6 juta kematian di dunia pada tahun 2015 menurut WHO dan termasuk salah satu dari 10 besar penyakit penyebab kematian terbesar di dunia [1]. Di Indonesia, diabetes dengan komplikasi merupakan penyebab kematian tertinggi ketiga menurut *Sample Registration System* (SRS) 2014 dalam WHO.

Pada tahun 2015 Indonesia menempati peringkat 7 dunia untuk prevalensi diabetes tertinggi di dunia dan meningkat menjadi peringkat 6 pada tahun 2017 dengan jumlah estimasi penderita diabetes sebanyak 10 juta dan diperkirakan akan bertambah menjadi 16,7 juta jiwa pada tahun 2045. Sementara itu, menurut Risesdas 2013 prevalensi DM di Indonesia pada umur ≥ 15 adalah 6,9% dan meningkat menjadi 10,9% pada tahun 2018 [1].

Aktivitas fisik menjadi salah satu pilar pelaksanaan penanganan pasien DM disertai dengan edukasi dan farmakologi. Studi *review* meta-analisis yang dilakukan oleh Yanai *et al.* pada tahun 2018 menunjukkan hasil bahwa latihan fisik dengan intensitas tinggi memperbaiki parameter metabolik pada individu yang berisiko diabetes mellitus tipe 2 (DM tipe 2) dan aktivitas fisik yang rendah meningkatkan risiko kejadian DM tipe 2 dibandingkan dengan aktivitas fisik tinggi [2]. Studi yang dilakukan di Brazil menunjukkan bahwa terjadi penurunan hingga 16% pada kadar glukosa darah pasien DM tipe 2 setelah melakukan aktivitas fisik aerobik dan resistansi secara terstruktur [3]. Hasil tersebut sejalan dengan hasil studi *cross sectional* yang dilakukan di Arab Saudi yaitu bahwa pasien DM tipe 2 yang memiliki aktivitas fisik rendah memiliki kontrol glukosa darah yang secara signifikan lebih rendah dibandingkan dengan yang melakukan aktivitas fisik secara teratur [4].

Pasien DM juga memiliki kekuatan massa otot dan fungsi tangan yang menurun sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Casanova *et al.* dalam Silva (2014) yang menunjukkan hasil bahwa hanya terdapat 27% responden yang tidak mengalami masalah pada fungsi tangannya, sementara 53% mengalami masalah pada fungsi tangan namun tidak parah, sementara 20% sisanya mengalami masalah pada fungsi tangan yang serius dan masalah pada fungsi tangan tersebut berhubungan dengan penurunan kekuatan massa otot yang dapat berakibat pada kecacatan fisik dan gangguan metabolik pada penderita DM tipe 2 [5–7]. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Lee pada tahun 2018 didapatkan hasil bahwa terdapat hubungan signifikan yang bersifat berkebalikan antara kekuatan massa otot dengan kadar glukosa darah pasien DM tipe 2 [8].

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis hubungan antara aktivitas fisik dan kekuatan massa otot terhadap kadar glukosa darah pasien DM tipe 2 di Kota Depok tahun 2019.

METODE PENELITIAN

Rancangan/Desain Penelitian

Desain penelitian ini merupakan observasional analitik dengan rancangan *cross sectional*, yaitu penelitian untuk mempelajari dinamika korelasi antara faktor-faktor risiko dengan efek, dengan cara pendekatan observasi atau pengumpulan data sekaligus pada suatu saat (*point time approach*) dan tiap subjek penelitian hanya diobservasi sekali saja dan pengukuran dilakukan terhadap status karakter atau variabel subjek pada saat pemeriksaan namun tidak berarti semua subjek diamati pada satu saat pemeriksaan saja [9].

Sumber Data

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini yaitu data primer dan sekunder.

Sasaran Penelitian

Populasi pada penelitian ini adalah penderita DM tipe 2 yang terdapat di puskesmas Kecamatan Cimanggis Kota Depok tahun 2017 sebanyak 1.130 orang/tahun. Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari–Maret tahun 2019 di puskesmas Kecamatan Cimanggis Kota Depok dengan 77 responden namun untuk mengantisipasi adanya *drop out* atau *missing* jawaban dari responden maka jumlah sampel ditambahkan 10% menjadi sebanyak 85 sampel pada saat penelitian.

Pengambilan sampel tersebut dilakukan dengan teknik *purposive sampling* dan sampel harus memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi sebagai berikut: bersedia mengikuti penelitian dan menandatangani *informed consent*; terdiagnosis DM tipe 2; berusia 18-60 tahun; dan tidak memiliki penyakit atau kecacatan fisik yang memengaruhi mobilitas; serta kriteria eksklusi ialah adanya keganasan dan komplikasi seperti penyakit kanker, tumor, jantung, ginjal, dan stroke.

Pengembangan Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data

Data primer meliputi karakteristik responden dan riwayat aktivitas fisik didapatkan melalui wawancara menggunakan kuesioner, data antropometri (berat badan dan tinggi badan) dengan pengukuran langsung, Indeks Massa Tubuh (IMT) didapatkan melalui perhitungan dengan rumus berat badan dalam kg dibagi dengan tinggi badan dalam m², kekuatan massa otot dengan pengukuran langsung menggunakan *electronic hand dynamometer* merk CAMRY serta kadar gula darah sewaktu (GDS) yang didapatkan dengan pengukuran langsung menggunakan alat dengan merk *Easy Touch* oleh petugas kesehatan yang sudah terlatih dan data sekunder berupa rekam medis.

Teknik Analisis Data

Analisis distribusi frekuensi data univariat serta analisis bivariat dengan uji korelasi *Spearman* dilakukan menggunakan *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)* versi 7.0.

Ethical Clearance

Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan etik (*ethical approval*) dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Poltekkes Kemenkes Jakarta II dengan nomor LB.02.01/I/KE/L/024/2019.

HASIL PENELITIAN

Data Karakteristik Responden

Tabel 1. Data Karakteristik Responden

Variabel	n	%
Jenis Kelamin		
Laki-laki	12	15,6
Perempuan	65	84,4
Umur		
31–40	2	2,6
41–50	16	20,8
51–60	59	76,7
Status Gizi		
Kurus	2	2,6
Baik	26	33,8
Overweight	15	19,5
Obesitas	34	44,2
Pekerjaan		
Tidak bekerja	53	68,8
Pegawai Swasta	6	7,9
Buruh	1	1,3
Satpam	2	2,6
Wiraswasta	13	16,9
Penghasilan		
< Rp 1.000.000/bulan	24	31,2
1.000.000 - 2.000.000/bulan	30	39,0
2.000.000 - 3.000.000/bulan	12	15,6
3.000.000 - 4.000.000/bulan	8	10,4
> Rp 5.000.000/bulan	3	3,9

Tabel 1. Data Karakteristik Responden

Variabel	n	%
Kadar Gula Darah Sewaktu (GDS)		
Terkontrol	22	28,6
Tidak terkontrol	55	71,4
Aktivitas Fisik		
Rendah	26	33,8
Sedang	46	59,7
Tinggi	5	6,5
Kekuatan Massa Otot		
Lemah	40	51,9
Normal	37	48,1
Kuat	0	0
Riwayat Konsumsi Obat		
Konsumsi	67	87,0
Tidak Konsumsi	10	13,0

Berdasarkan data di atas, terlihat bahwa responden didominasi oleh jenis kelamin perempuan, selain itu responden dengan rentang usia 51-60 tahun menempati persentase terbanyak dan yang terendah ialah rentang usia 31-40 tahun. Status gizi responden terbagi menjadi 4 kategori dan didominasi oleh obesitas. Tingkat pendidikan responden didominasi oleh tingkat pendidikan SMA dan tingkat pendidikan yang terendah ialah sarjana (S1), sedangkan jenis pekerjaan responden didominasi oleh responden yang tidak bekerja sebanyak 53 orang dan tingkat penghasilan responden didominasi tingkat penghasilan Rp 1.000.000,00 sampai dengan Rp 2.000.000,00 per bulan. Selain itu sebagian besar responden memiliki

kadar GDS yang terkontrol, kekuatan massa otot lemah, aktivitas fisik sedang, dan rutin konsumsi obat.

Hubungan Aktivitas Fisik dengan Kadar Gula Darah Sewaktu

Hubungan aktivitas fisik dengan kadar gula darah sewaktu dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan tabel diketahui bahwa sebagian besar responden dengan aktivitas fisik rendah memiliki kadar gula darah yang tinggi. Sementara itu, responden dengan aktivitas fisik sedang sebagian besar memiliki kadar gula darah yang tinggi. Lalu, responden dengan aktivitas fisik tinggi sebagian besar memiliki kadar gula darah yang tergolong tinggi.

Setelah dilakukan analisis uji korelasi *Spearman* didapatkan hasil bahwa terdapat hubungan antara aktivitas fisik dengan kadar gula darah dengan nilai $p=0,015$ dan $r=-0,276$ yang berarti hubungan kedua variabel rendah dan bersifat negatif, yang berarti jika aktivitas fisik rendah maka kadar gula darah akan menjadi tinggi dan juga sebaliknya. Namun tentu saja hal ini juga dapat diiringi dengan faktor lain seperti konsumsi obat dan diet.

Hubungan Kekuatan Massa Otot dengan Kadar Gula Darah

Hasil analisis hubungan antara kekuatan massa otot dengan kadar gula darah dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Hubungan Aktivitas Fisik dengan Kadar Gula Darah

Aktivitas Fisik	Kadar Gula Darah						Nilai p	R
	Normal		Tinggi		Total			
	n	%	n	%	n	%		
Rendah	2	7,7	24	92,3	26	100	0,015*	-0,27
Sedang	1	41,3	27	58,7	46	100		
Tinggi	9	20	2	80	5	100		
Jumlah					77	100		

* = terdapat hubungan signifikan ($p\text{-value}<0,05$) dengan kekuatan lemah dan arah hubungan berkebalikan.

Tabel 3. Hubungan Kekuatan Massa Otot dengan Kadar Gula Darah

Kekuatan Massa Otot	Kadar Gula Darah						Nilai p	R
	Normal		Tinggi		Total			
	n	%	n	%	n	%		
Lemah	6	15	34	85	40	100	0,006*	-0,31
Normal	16	43,5	21	56,8	37	100		
Kuat	0	0	0	0	0	100		
Jumlah	26	28,6	55	71,4	77	100		

* = terdapat hubungan signifikan ($p\text{-value} < 0,05$) dengan kekuatan sedang dan arah hubungan berkebalikan.

Setelah dilakukan analisis, terlihat bahwa sebagian besar responden dengan kekuatan massa otot lemah memiliki kadar gula darah yang tergolong tinggi sedangkan pada responden dengan kekuatan massa otot normal sebagian besar responden memiliki kadar gula darah yang tergolong tinggi.

Selain itu, didapatkan hasil bahwa terdapat hubungan antara kekuatan massa otot dengan kadar gula darah dengan nilai $p=0,006$ dan $r=-0,312$ yang berarti hubungan kedua variabel rendah dan bersifat negatif yang berarti jika kekuatan massa otot lemah maka akan semakin tinggi kadar gula darah dan begitu pula sebaliknya.

PEMBAHASAN

Hubungan Aktivitas Fisik dengan Kadar Gula Darah Sewaktu

Penelitian ini menemukan hasil bahwa terdapat hubungan signifikan yang bersifat terbalik antara aktivitas fisik dengan kadar gula darah. Hal tersebut sejalan dengan hasil studi *cross sectional* yang dilakukan di Arab Saudi yang menunjukkan bahwa pasien DM tipe 2 yang memiliki aktivitas fisik rendah memiliki kontrol glukosa darah yang secara signifikan lebih rendah dibandingkan dengan yang melakukan aktivitas fisik secara teratur [4]. Namun, perlu diperhatikan bahwa ada faktor-faktor lain yang dapat memengaruhi kadar glukosa

darah pasien DM tipe 2, salah satunya ialah konsumsi obat serta diet. Konsumsi obat yang disertai dengan aktivitas fisik secara teratur dan diet yang tepat berhubungan dengan menurunnya kadar glukosa darah pasien DM tipe 2 [10].

Meskipun pada penelitian ini terdapat hubungan signifikan antara aktivitas fisik dengan kadar gula darah pasien DM tipe 2 serta sebagian besar responden rutin mengonsumsi obat, namun 71,4% responden memiliki kadar GDS yang tergolong tinggi. Hal ini dapat disebabkan karena meskipun sebagian besar (59,7%) responden memiliki tingkat aktivitas fisik sedang, sebagian besar aktivitas tersebut bukanlah olahraga terstruktur melainkan aktivitas fisik di dalam rumah. Selain itu sebagian besar latihan fisik yang dilakukan hanya berjalan kaki santai selama 10-30 menit pada pagi hari dan senam ringan.

Selain aktivitas fisik sehari-hari penting bagi penderita DM tipe 2 untuk melakukan olahraga terstruktur untuk menjaga kadar gula darah tetap normal dengan jenis olahraga dapat disesuaikan dengan kondisi fisik dan kemampuan pasien. *Review* yang dilakukan oleh Teich pada 2019, disebutkan bahwa olahraga dalam bentuk *High-Intensity Interval Training* (HIIT) merupakan jenis olahraga yang efektif untuk memperbaiki fungsi sel β pankreas yang terganggu pada pasien DM tipe 2 [11]. Menurut Ahmad (2019), olahraga dalam bentuk HIIT merupakan olahraga yang sangat membebani fisik sehingga kurang

cocok bagi pasien DM tipe 2 yang memiliki masalah pada fungsi fisiknya, oleh karena itu, ia melakukan studi *case-control* yang membandingkan 2 kelompok dengan intervensi masing-masing berupa *Moderate-Intensity Continuous Training* (MICT) yaitu olahraga dengan intensitas sedang dan dilakukan tidak dalam waktu singkat dan HIIT yang merupakan olahraga dengan intensitas tinggi dalam waktu singkat dengan hasil bahwa olahraga kedua bentuk olahraga tersebut memiliki efektifitas yang sama dalam menurunkan kadar gula darah pasien DM tipe 2 [11,12]. Olahraga berperan dalam menurunkan kadar glukosa darah karena olahraga dapat meningkatkan kapasitas mitokondria dalam sel-sel otot serta mengatur kadar lemak dalam mitokondria yang dapat meningkatkan fungsi mitokondria dalam proses oksidasi glukosa [13]. Pada pasien DM tipe 2 yang rutin melakukan aktivitas fisik terjadi peningkatan sensitivitas insulin, peningkatan massa otot skeletal, meningkatnya aliran darah di otot, peningkatan kepadatan reseptor insulin, meningkatkan pembuangan glukosa darah ke otot skeletal, dan pengurangan massa lemak tubuh, hal-hal tersebut meningkatkan toleransi glukosa dalam tubuh [14]. Berdasarkan hal-hal tersebut, maka HIIT dan atau MICT merupakan pilihan olahraga yang dapat dilakukan oleh penderita DM tipe 2 secara teratur sesuai kemampuan pasien untuk membantu mengontrol kadar glukosa darah.

Hubungan Kekuatan Massa Otot dengan Kadar Gula Darah

Penelitian ini menemukan hasil bahwa terdapat hubungan signifikan dan bersifat terbalik antara kekuatan massa otot dengan kadar GDS pasien DM tipe 2. Hal ini sejalan dengan studi *cross-sectional* yang dilakukan oleh Lee pada tahun 2018 dengan hasil bahwa kekuatan massa otot yang diukur menggunakan *handgrip*

strength memiliki hubungan terbalik dengan kadar gula darah, menurutnya kekuatan massa otot dapat menyebabkan terdegradasinya permukaan-permukaan tempat terjadinya transport glukosa yang akhirnya dapat menyebabkan resistensi insulin [8]. Lapisan massa otot skeletal memiliki peran besar untuk pengambilan glukosa dalam darah dari makanan yang dikonsumsi manusia. Dengan terjadinya degradasi massa otot, maka akan menyebabkan terjadinya gangguan pada homeostatis glukosa dalam darah dan terjadinya resistensi insulin [15].

Studi *cross-sectional* yang dilakukan di Belanda menunjukkan bahwa pada responden dengan kadar gula darah yang tinggi, persentase terjadi hilangnya massa otot lebih besar dibandingkan dengan responden yang memiliki kadar gula darah normal (normoglikemia) [15]. Studi *case-control* yang dilakukan di Brazil memiliki hasil yakni pada pasien DM terdapat 5 kali lebih besar kejadian kekuatan massa otot yang lemah dibandingkan kelompok kontrol (non diabetes) [16].

Berdasarkan hal-hal di atas terlihat bahwa terdapat hubungan saling memengaruhi antara kekuatan massa otot dan DM tipe 2 dimana menurunnya massa otot dapat menjadi salah satu hal yang memengaruhi terjadinya resistensi insulin yang dampaknya akhirnya dapat menyebabkan terjadinya DM tipe 2. Sebaliknya resistensi insulin pada pasien DM tipe 2 dapat menyebabkan ataupun memperparah hilangnya massa otot karena resistensi insulin pada penderita DM tipe 2 dapat menghambat degradasi dan pembentukan protein serta pertumbuhan otot sehingga dapat mengakibatkan menurunnya kekuatan massa otot [17].

Penelitian yang dilakukan Trierweiler *et al.* juga menunjukkan bahwa responden pada kelompok diabetes memiliki indeks massa tubuh (IMT) yang lebih besar dibandingkan kelompok kontrol. Hal tersebut serupa pada penelitian ini yakni

sebagian besar (44,2%) responden tergolong obesitas [16]. Obesitas dapat menyebabkan terjadinya resistensi anabolik protein, menghambat pertumbuhan sel-sel baru, dan menghambat aktivitas kontraksi otot yang dapat mengakibatkan terhambatnya pembentukan protein dan pertumbuhan otot skeletal [17].

Studi *cross-sectional* yang dilakukan oleh Giglio pada tahun 2018 menunjukkan hasil yang berbeda dengan penelitian ini yakni tidak terdapat hubungan signifikan antara kekuatan massa otot dengan kadar gula darah [18]. Hal tersebut menurutnya disebabkan oleh sebagian besar responden dalam penelitian tersebut merupakan individu yang rutin melakukan olahraga terstruktur meskipun olahraga yang tergolong ringan. Sebagian besar responden (59,7%) pada penelitian ini memiliki tingkat aktivitas fisik sedang namun kekuatan massa otot yang melemah pada penelitian ini berhubungan secara signifikan dengan kadar GDS. Hal tersebut dapat disebabkan oleh sebagian besar responden pada penelitian ini jarang melakukan olahraga terstruktur.

Review yang dilakukan oleh Nomura pada tahun 2018 menjelaskan bahwa menurunnya massa otot merupakan prediktor terjadinya penurunan fungsi fisik dan kecacatan fisik pada pasien DM tipe 2 [19]. Studi *cross-sectional* yang dilakukan oleh Fukuoka pada tahun 2019 disimpulkan bahwa pasien DM tipe 2 berisiko lebih tinggi terhadap sarkopenia dibandingkan pasien non diabetes [20].

Berdasarkan hal-hal di atas, maka perlu dilakukan kontrol terhadap kadar gula darah pasien DM tipe 2 untuk mencegah terjadinya penurunan kekuatan massa otot yang tidak tertangani dan mengarah kepada sarkopenia sehingga kecacatan dan ketidakmandirian fisik pada pasien DM tipe 2 dapat dicegah. Olahraga yang terstruktur pada pasien DM tipe 2 sangat dianjurkan karena dapat menurunkan berat badan dan atau akumulasi lemak pada bagian tubuh

pasien yang juga akan menurunkan risiko terjadinya penurunan kekuatan massa otot dan hiperglikemia.

Aktivitas fisik terutama olahraga terstruktur seperti HIIT dan MCIT sangat baik untuk diterapkan agar kadar gula darah pasien DM tipe 2 tetap terkontrol. Ditemukannya hubungan antara kekuatan massa otot dengan kadar gula darah pasien DM tipe 2 juga perlu diperhatikan demi mencegah terjadinya penurunan kualitas hidup pasien.

Penelitian ini memiliki keterbatasan yakni perbedaan yang dapat terjadi antara persepsi peneliti dan responden mengenai aktivitas fisik yang dilakukan beserta waktunya, selain itu jenis aktivitas fisik yang dikaji tidak spesifik pada olahraga terstruktur namun juga melibatkan aktivitas fisik sehari-hari. Hal ini dapat diminimalisasi dengan lebih fokus pada pengkajian aktivitas fisik dan ataupun olahraga yang terstruktur secara spesifik untuk meminimalisir perbedaan persepsi antara responden dengan peneliti.

SIMPULAN

Terdapat hubungan antara aktivitas fisik dan kekuatan massa otot dengan kadar gula darah pasien DM tipe 2 di Kecamatan Cimanggis Kota Depok pada tahun 2019 dengan nilai p masing-masing berurutan yakni 0,015 dan 0,006 dengan kekuatan rendah dan bersifat saling berkebalikan. Aktivitas fisik terutama olahraga terstruktur sangat baik untuk diterapkan agar kadar glukosa darah pasien DM tipe 2 tetap terkontrol selain itu hubungan antara kekuatan massa otot dengan kadar glukosa darah pasien DM tipe 2 juga perlu diperhatikan demi mencegah terjadinya penurunan kualitas hidup pasien DM tipe 2.

DAFTAR RUJUKAN

1. Forouzanfar MH, Afshin A, Alexander LT, Biryukov S, Brauer M, Cercy K, et al. Global, Regional, and National Comparative Risk Assessment of 79

- Behavioural, Environmental and Occupational, and Metabolic Risks or Clusters of Risks, 1990–2015: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet*. 2016; 388 (10053): 1659–724.
2. Yanai H, Adachi H, Masui Y, Katsuyama H, Kawaguchi A, Hakoshima M, et al. Exercise Therapy for Patients With Type 2 Diabetes: A Narrative Review. *J Clin Med Res*. 2018; 10 (5): 365–9.
 3. Figueira FR, Umpierre D, Casali KR, Tetelbom PS, Henn NT, Ribeiro JP, et al. Aerobic and Combined Exercise Sessions Reduce Glucose Variability in Type 2 Diabetes: Crossover Randomized Trial. *PLoS One*. 2013; 8 (3): 1–10.
 4. Alzaheb RA, Altemani AH. The Prevalence and Determinants of Poor Glycemic Control Among Adults with Type 2 Diabetes Mellitus in Saudi Arabia. *Diabetes, Metab Syndr Obes Targets Ther* [Internet]. 2018; 11: 15–21. Available from: <http://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&from=export&id=L620884196%0Ahttp://dx.doi.org/10.2147/DMSO.S156214>.
 5. De Carvalho E Silva F, Jakimiu FO, Skare TL. Diabetic Hands: A Study on Strength and Function. *Diabetes Metab Syndr Clin Res Rev* [Internet]. 2014; 8 (3): 162–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsx.2014.04.020>.
 6. Savaş S, Köroğlu BK, Koyuncuoğlu HR, Uzar E, Çelik H, Tamer NM. The Effects of The Diabetes Related Soft Tissue Hand Lesions and The Reduced Hand Strength on Functional Disability of Hand in Type 2 Diabetic Patients. *Diabetes Res Clin Pract*. 2007; 77 (1): 77–83.
 7. Kim TN, Park MS, Yang SJ, Yoo HJ, Kang HJ, Song W, et al. Prevalence and Determinant Factors of Sarcopenia in Patients With Type 2 Diabetes: The Korean Sarcopenic Obesity Study (KSOS). *Diabetes Care*. 2010; 33 (7): 1497–9.
 8. Lee M-R, Jung SM, Bang H, Kim HS, Kim YB. Association between Muscle Strength and Type 2 Diabetes Mellitus in Adults in Korea. *Medicine (Baltimore)*. 2018; 97 (23): e10984.
 9. Siyoto S, Sodik MA. *Dasar Metode Penelitian*. Cetakan 1. Ayup, editor. Yogyakarta: Literasi Media Publishing; 2015. 124.
 10. Mirahmadizadeh A, Khorshidsavar H, Seif M, Sharifi MH. Adherence to Medication, Diet, and Physical Activity and the Associated Factors Amongst Patients with Type 2 Diabetes. *Diabetes Ther* [Internet]. 2020; 11 (2): 479–94. Available from: <https://doi.org/10.1007/s13300-019-00750-8>.
 11. Trevor TDPZMCR. *Advances in Exercise, Physical Activity, and Diabetes Mellitus. ATTD 2011 Year B Adv Technol Treat Diabetes Third Ed*. 2012; 21: 174–202.
 12. Ahmad AM. Moderate-intensity Continuous Training: Is It as Good as High-Intensity Interval Training for Glycemic Control in Type 2 Diabetes? *J Exerc Rehabil*. 2019; 15 (2): 327–33.
 13. Yang D, Yang Y, Li Y, Han R. Physical Exercise as Therapy for Type 2 Diabetes Mellitus: From Mechanism to Orientation. *Ann Nutr Metab*. 2019; 74 (4): 313–21.
 14. Nakhanakhp C, Moungee P, Appell HJ, Duarte JA. Regular Physical Exercise in Patients with Type II Diabetes Mellitus. *Eur Rev Aging Phys Act*. 2006; 3 (1): 10–9.
 15. Leenders M, Verdijk LB, van der Hoeven L, Adam JJ, van Kranenburg J, Nilwik R, et al. Patients with Type 2 Diabetes Show A Greater Decline in Muscle Mass, Muscle Strength, and Functional Capacity with Aging. *J Am*

- Med Dir Assoc [Internet]. 2013; 14 (8): 585–92. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jamda.2013.02.006>.
16. Trierweiler H, Kisielwicz G, Jonasson TH, Petterle RR, Moreira CA, Borba VZC. Sarcopenia: A Chronic Complication Of Type 2 Diabetes Mellitus. *Diabetol Metab Syndr* [Internet]. 2018; 10 (1): 1–9. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13098-018-0326-5>.
 17. Molino S, Dossena M, Buonocore D, Verri M. Sarcopenic Obesity: An Appraisal of The Current Status of Knowledge and Management in Elderly People. *J Nutr Heal Aging*. 2016; 20 (7): 780–8.
 18. Giglio BM, Mota JF, Wall BT, Pimentel GD. Low Handgrip Strength Is Not Associated with Type 2 Diabetes Mellitus and Hyperglycemia: A Population-Based Study. *Clin Nutr Res*. 2018; 7 (2): 112.
 19. Nomura T, Kawae T, Kataoka H, Ikeda Y. Aging, Physical Activity, and Diabetic Complications Related to Loss of Muscle Strength in Patients with Type 2 Diabetes. *Phys Ther Res*. 2018; 21 (2): 33–8.
 20. Fukuoka Y, Narita T, Fujita H, Morii T, Sato T, Sassa MH, et al. Importance of Physical Evaluation Using Skeletal Muscle Mass Index and Body Fat Percentage to Prevent Sarcopenia in Elderly Japanese Diabetes Patients. *J Diabetes Investig*. 2019; 10 (2): 322–30.

Lampiran 4 Jurnal ke-4

**ANALISIS HUBUNGAN *ACTIVITY OF DAILY LIVING* (ADL), AKTIVITAS FISIK DAN KEPATUHAN DIET TERHADAP
KADAR GULA DARAH PASIEN DIABETES MELITUS DI WILAYAH KERJA
PUSKESMAS POASIA TAHUN 2017**

Nur sam¹ Hariati Lestari² Jusniar Rusli Afa³
Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Halu Oleo^{1,2,3}
nursam570@yahoo.co.id¹ lestarihariati@yahoo.co.id² jusniar.rusliafa@gmail.com³

ABSTRAK

Kadar gula darah adalah jumlah glukosa (gula) dalam darah. Dalam pemeriksaan gula darah, dikenal dua jenis pengukuran yaitu pengukuran gula darah puasa dan pengukuran gula darah sewaktu. Berdasarkan data Dinas Kesehatan Kota Kendari diketahui bahwa wilayah kerja puskesmas Poasia di ketahui memiliki jumlah kasus diabetes terbanyak. Pada tahun 2013 jumlah *rate* kasus diabetes sebesar 12 kasus per 1000 penduduk, 2014 10 kasus per 1000 penduduk, 2015 16 kasus per 1000 penduduk, dan tahun 2016 sebesar 12 kasus per 1000 penduduk. Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan *activity of daily living*, aktivitas fisik, dan kepatuhan diet terhadap kadar gula darah pasien diabetes mellitus di wilayah kerja puskesmas Poasia tahun 2017. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian *observasional* analitik dengan desain studi *cross sectional* (potong lintang). populasi dalam penelitian ini adalah seluruh penderita diabetes mellitus yang berada di wilayah kerja puskesmas Poasia, yang berjumlah 472 orang. Sampel dari penelitian ini sebanyak 63 orang dengan teknik pengambilan *simple random sampling*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Ada hubungan yang signifikan antara *activity of daily living* dengan kadar gula darah penderita diabetes dengan nilai p value 0,045, Ada hubungan yang signifikan antara aktivitas fisik dengan kadar gula darah penderita diabetes dengan nilai p value 0,002. Ada hubungan yang signifikan antara kepatuhan diet dengan kadar gula darah pasien diabetes dengan nilai p value 0,008.

Kata Kunci: Kadar Gula Darah, ADL, Aktivitas Fisik, Kepatuhan Diet.

THE RELATED OF ACTIVITY OF DAILY LIVING (ADL), PHYSICAL ACTIVITY, AND DIET COMPLIANCE WITH BLOOD SUGAR LEVELS IN DIABETIC PATIENTS AT WORKING AREA OF POASIA HEALTH CENTERS IN 2017

Nur sam¹ Hariati Lestari² Jusniar Rusli Afa³
Faculty of Public Health Halu Oleo University¹²³
nursam570@yahoo.co.id¹ lestarihariati@yahoo.co.id² jusniar.rusliafa@gmail.com³

ABSTRACT

Blood sugar levels is the numbers of glucose in the blood. In blood glucose examination, known two types of measurements were measurement of fasting blood glucose and measurement of blood sugar at the time. Based on the data of Dinas Kesehatan Kendari City was known that the case of diabetic in a working area of Poasia Health Center was the highest in Kendari. In 2013, the case rate of diabetic was 12 cases per 1000 populations, 2014 was 10 cases per 1000 populations, 2015 was 16 cases per 1000 populations, and 2016 was 12 cases per 1000 populations. The aims of this study was to determine the related of activity of daily living (adl), physical activity, and diet compliance with blood sugar levels in diabetic patients at working area of poasia health centers in 2017. The method used was observational analytic study with cross sectional study approach. The population in this study was all diabetic patients in working area of Poasia Health Center that amount 472 people. The samples in this study were 63 people with simple random sampling as a technique sampling. The results showed that there was a significant relationship between *activity of daily living* with blood sugar levels in diabetic patients with p value 0,045, there was a significant relationship between physical activity with blood sugar levels in diabetic patients with p value 0,002. There was a significant relationship between diet compliance with blood sugar levels in diabetic patients with p value 0,008.

Key word : Blood Sugar Level, ADL, Physical Activity, Diet Complian.

PENDAHULUAN

Transmisi epidemiologi dari penyakit menular menjadi penyakit tidak menular semakin jelas, hal ini dikarenakan adanya perubahan perilaku masyarakat, seperti gaya hidup yang tidak sehat, tingginya konsumsi *junk-food* dan *fast food*, konsumsi pangan tinggi kalori, konsumsi makanan berlemak, konsumsi rokok dan alkohol, serta rendahnya konsumsi serat, buah dan sayur, dan aktivitas fisik. Di proyeksikan pada tahun 2030, jumlah kesakitan akibat penyakit tidak menular (PTM) dan kecelakaan akan meningkat dan penyakit menular akan menurun¹.

Salah satu PTM yang menyita banyak perhatian adalah Diabetes Melitus (DM). DM adalah gangguan kesehatan yang berupa kumpulan gejala yang disebabkan oleh peningkatan kadar gula (*glukosa*) darah akibat kekurangan atau resistensi insulin. DM merupakan suatu penyakit kronis yang memerlukan penanganan medis secara berkelanjutan. Penyakit ini semakin berkembang dalam hal kasus begitu pula dalam hal diagnosis dari terapi. Di kalangan masyarakat luas, penyakit ini lebih dikenal sebagai penyakit gula, atau kencing manis².

Menurut *American Diabetes Association* (ADA), DM dapat diklasifikasikan menjadi beberapa tipe yakni, DM tipe 1, DM tipe 2, DM Gestasional dan DM tipe lain. Beberapa tipe yang ada, DM tipe 2 merupakan salah satu jenis yang paling banyak di temukan yaitu lebih dari 90-95%³.

Prevalensi kasus diabetes mellitus secara global terus meningkat setiap tahun. Pada tahun 2013 angka prevalensi diabetes mellitus di dunia mencapai 382 juta orang, pada tahun 2014 meningkat menjadi 387 juta orang dan terus meningkat pada tahun 2015 mencapai 415 juta orang⁴.

Prevalensi kasus diabetes mellitus di Indonesia juga meningkat setiap tahun. Pada tahun 2013 angka prevalensi diabetes mellitus sebanyak 8,5 juta orang. Pada tahun 2014 prevalensi diabetes mellitus mencapai 9,1 juta dan pada tahun 2015 meningkat sebanyak 10,0 juta orang. WHO memprediksikan pada tahun 2030 jumlah penderita diabetes mellitus di Indonesia sekitar 21.3 juta jiwa dan sebagian besar diantaranya belum terdiagnosis, sehingga terancam berkembang progresif menjadi komplikasi tanpa disadari dan tanpa pencegahan⁵.

Puskesmas Poasia merupakan salah satu puskesmas yang berada di Kota Kendari Provinsi Sulawesi Tenggara. Berdasarkan data profil Puskesmas Poasia pada tahun 2013 nilai *rate* kasus diabetes sebesar 12 kasus per 1000 penduduk kecamatan poasia. Pada tahun 2014 sebesar 10 kasus per 1000

penduduk. Pada tahun 2015 nilai *rate* kasus diabetes melitus sebesar 16 kasus per 1000 penduduk kecamatan poasia. Dan pada tahun 2016 kasus diabetes tercatat dengan nilai *rate* 12 kasus per 1000 penduduk kecamatan poasia.

Menurut laporan Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2013, prevalensi DM di Indonesia sebesar 1,5%. Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh DiabCare di Indonesia, diketahui bahwa 47,2% memiliki kendali yang buruk pada glukosa darah plasma puasa >130 mg/dl pada penderita DM tipe 2⁵.

Sulawesi Tenggara merupakan salah satu wilayah Indonesia dengan prevalensi diabetes yang tinggi. Pada tahun 2013 jumlah kasus diabetes mellitus tercatat 2,768 kasus dan menetap pada tahun 2014 yaitu 2,768 kasus. Penyakit diabetes mellitus merupakan salah satu penyakit dari 10 penyakit tidak menular tertinggi di Sulawesi Tenggara. Angka morbiditas diabetes melitus juga berada urutan kedua setelah hipertensi dari seluruh penyakit degeneratif yang ada di Sulawesi Tenggara⁶.

Jumlah *rate* penderita diabetes di kota Kendari pada tahun 2013 sebesar 2 kasus per 1000 penduduk, kemudian pada tahun 2014 kasus diabetes melitus sebesar 2 kasus per 1000 penduduk, dan pada tahun 2015 kasus diabetes meningkat dengan nilai *rate* 4 kasus per 1000 penduduk⁷.

Puskesmas Poasia merupakan salah satu puskesmas yang berada di Kota Kendari Provinsi Sulawesi Tenggara. Berdasarkan data profil Puskesmas Poasia pada tahun 2013 nilai *rate* kasus diabetes sebesar 12 kasus per 1000 penduduk kecamatan poasia. Pada tahun 2014 sebesar 10 kasus per 1000 penduduk. Pada tahun 2015 nilai *rate* kasus diabetes melitus sebesar 16 kasus per 1000 penduduk kecamatan poasia. Dan pada tahun 2016 kasus diabetes tercatat dengan nilai *rate* 12 kasus per 1000 penduduk kecamatan poasia.

Saat ini diabetes melitus menjadi ancaman utama bagi kesehatan pada abad ke-21. Setiap tahunnya lebih dari 4 juta orang meninggal akibat diabetes dan jutaan orang mengalami efek buruk atau berada dalam kondisi yang mengancam jiwa seperti serangan jantung, stroke, gagal ginjal, kebutaan, dan amputasi. Diabetes juga bertanggung jawab atas terjadinya penyakit infeksi, penyakit non komunikabel, dan gangguan mental⁸.

DM dapat disebut juga dengan *the silent killer* sebab penyakit ini dapat menyerang beberapa organ tubuh dan mengakibatkan berbagai macam keluhan. DM tidak dapat disembuhkan tetapi glukosa darah dapat dikendalikan 4 pilar penatalaksanaan DM

seperti edukasi, diet, olahraga dan obat-obatan. Faktor yang dapat mempengaruhi pengendalian kadar gula darah yakni pengobatan DM yang bermanfaat untuk mempertahankan kadar gula darah dalam kisaran normal. Selain itu untuk menjaga kadar gula darah agar tetap terkontrol sebaiknya penderita DM tipe 2 menjaga asupan gula, selalu rutin berolahraga, tidak merokok dan selalu menjalani pengobatan⁹.

Dampak yang ditimbulkan oleh DM tidak hanya kematian, tetapi sebagai penyakit yang diderita seumur hidup, sehingga memerlukan biaya besar untuk perawatan kesehatan penderita DM (IDF, 2011). Oleh sebab itu sangat diperlukan program pengendalian DM tipe 2. DM tipe 2 dapat dihindari, ditunda kedatangannya atau dihilangkan dengan pengendalian faktor risiko (Kemenkes, 2010). Upaya yang dilakukan dalam pengendalian kadar gula darah untuk mencegah atau menghambat terjadinya komplikasi perlu dilakukan. Salah satu indikator pengendalian DM yang baik dengan menggunakan kadar gula darah puasa¹⁰.

Kegiatan fisik secara teratur terbukti mengurangi sejumlah faktor-faktor risiko aterosklerotik. Misalnya, membantu mengurangi obesitas dan menurunkan tekanan darah serta memperbaiki sensitivitas insulin. Karena itu hal tersebut harus didorong. Toleransi glukosa memiliki hubungan positif dengan aktivitas fisik total, aktivitas fisik sedang dan aktivitas fisik sedang selama 5 menit. Kesimpulannya adalah bahwa aktivitas fisik memiliki hubungan positif terhadap toleransi glukosa. Hasil tersebut menunjukkan bahwa aktivitas sedang mungkin bermanfaat pada pencegahan diabetes mellitus.

Kepatuhan penderita dalam mentaati diet diabetes mellitus sangat berperan penting untuk menstabilkan kadar glukosa pada penderita diabetes mellitus, sedangkan kepatuhan itu sendiri merupakan suatu hal yang penting untuk dapat mengembangkan rutinitas (kebiasaan) yang dapat membantu penderita dalam mengikuti jadwal diet yang kadangkala sulit untuk dilakukan oleh penderita. Kepatuhan dapat sangat sulit dan membutuhkan dukungan agar menjadi biasa dengan perubahan yang dilakukan dengan cara mengatur untuk meluangkan waktu dan kesempatan yang dibutuhkan untuk menyesuaikan diri. Kepatuhan terjadi bila aturan menggunakan obat yang diresepkan serta pemberiannya diikuti dengan benar¹¹.

Puskesmas Poasia merupakan salah satu puskesmas yang berada di kota Kendari yang bertanggung jawab mewujudkan Kecamatan Poasia yang bersih dan sehat yang tercermin dari perilaku

hidup sehat masyarakatnya dan mengoptimalkan potensi yang dimilikinya guna meningkatkan derajat kesehatan. Berdasarkan data yang diperoleh kasus diabetes mellitus pada wilayah kerja puskesmas Poasia pada tahun 2015 dengan nilai *rate* sebesar 16 kasus per 1000 penduduk. Puskesmas Poasia merupakan puskesmas yang angka kejadian diabetes mellitusnya paling tinggi, dibandingkan dengan 14 puskesmas yang berada di Kota Kendari. Berdasarkan hal tersebut, peneliti tertarik untuk meneliti "Analisis Hubungan *Activity of Daily Living* (ADL), Aktivitas Fisik Dan Kepatuhan Diet Terhadap Kadar Gula Darah Pasien Diabetes Mellitus Di Wilayah Kerja Puskesmas Poasia Tahun 2017".

Berdasarkan data tersebut dan didukung oleh beberapa penelitian sebelumnya, maka tujuan umum dalam penelitian ini adalah Menganalisis hubungan *Activity of Daily Living* (ADL), aktivitas fisik, dan kepatuhan diet terhadap kadar gula darah pasien diabetes mellitus di wilayah kerja puskesmas Poasia tahun 2017, sedangkan tujuan khusus dari penelitian ini adalah (a) Menganalisis hubungan antara *activity of daily living* (ADL) terhadap kadar gula darah pasien diabetes mellitus di wilayah kerja Puskesmas Poasia tahun 2017, (b) Menganalisis hubungan aktivitas fisik terhadap kadar gula darah pasien diabetes mellitus di wilayah kerja Puskesmas Poasia tahun 2017, dan (c) Menganalisis kepatuhan diet terhadap kadar gula darah pasien diabetes mellitus di wilayah kerja Puskesmas Poasia tahun 2017.

METODE

Desain penelitian yang digunakan adalah *Cross Sectional* dimana data yang menyangkut variabel bebas atau risiko dan variabel terikat atau variabel akibat akan dikumpulkan dalam waktu yang bersamaan¹². Penelitian ini adalah sebuah penelitian yang bersifat deskriptif-analitik. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari-Maret yang bertempat di wilayah kerja puskesmas Poasia. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh penderita diabetes mellitus yang berada di wilayah kerja puskesmas Poasia. Pada penelitian ini pengambilan sampel dilakukan secara *simple random sampling*, prinsip mekanisme teknik acak sederhana dilakukan seperti undian, yaitu semua individu berpeluang untuk diambil. Kemudian setiap subjek diberi nomor dan dipilih sebagian dengan bantuan tabel random¹³. Pemilihan angka awal pada penggunaan tabel random dilakukan secara acak dengan menjatuhkan pensil. Jumlah sampel minimal yang diperoleh berdasarkan perhitungan adalah 63 orang. Sampel ditentukan

dengan syarat, bersedia menjadi responden, responden berada di wilayah kerja puskesmas Poasia, dan responden positif menderita penyakit diabetes mellitus. Data yang akan dikumpulkan terdiri dari data primer yang diperoleh dari wawancara dan kuesioner, serta pemeriksaan gula darah menggunakan *glukotest* dan data sekunder yang diperoleh dari puskesmas Poasia.

HASIL

Umur Responden

Tabel 1. Distribusi Responden Menurut Kelompok Umur pada Penderita Diabetes Melitus di Wilayah Kerja Puskesmas Poasia Kota Kendari Tahun 2017.

No.	Kelompok Umur	Jumlah (n)	Persentase (%)
1.	30 – 34 tahun	1	1.59
2.	35 – 39 tahun	3	4.76
3.	40 – 44 tahun	6	9.52
4.	45 – 49 tahun	6	9.52
5.	50 – 54 tahun	17	26.98
6.	55 – 59 tahun	15	23.82
7.	60 – 64 tahun	16	9.52
8.	65 + tahun	9	14.29
	Total	63	100

Sumber : Data Primer 2017

Tabel 1 menunjukkan bahwa dari 63 responden (100%), sebagian besar responden berada pada kelompok umur 50-54 tahun dengan jumlah 26.98% sedangkan yang terendah berada pada kelompok umur 30 – 34 tahun dengan jumlah 1.59%.

Jenis Kelamin

Tabel 2. Distribusi Responden Menurut Jenis Kelamin pada Penderita Diabetes Melitus di Wilayah Kerja Puskesmas Poasia Kota Kendari Tahun 2017.

No.	Jenis Kelamin	Jumlah (n)	Persentase (%)
1.	Laki – laki	17	27.0
2.	Perempuan	46	73.0
	Jumlah	63	100

Sumber : Data Primer 2017

Tabel 2 menunjukkan bahwa dari 63 responden (100%), proporsi responden yang berjenis kelamin laki – laki berjumlah 27.0% lebih sedikit dari pada proporsi responden yang berjenis kelamin perempuan dengan jumlah 73.0%.

Tingkat Pendidikan

Tabel 3. Distribusi Responden menurut Tingkat Pendidikan pada Penderita Diabetes Melitus di Wilayah Kerja Puskesmas Poasia Kota Kendari Tahun 2017

No.	Pendidikan	Jumlah (n)	Persentase (%)
1.	Tidak sekolah	1	1.6
2.	SD	5	7.9
3.	SMP	12	19.0
4.	SMA	27	42.9
5.	Akademik/PT	18	28.6
	Jumlah	63	100

Sumber : Data Primer 2017

Tabel 3 menunjukkan bahwa tingkat pendidikan responden yang terbanyak adalah SMA dengan jumlah 42.9% sedangkan paling sedikit adalah tidak sekolah yaitu 1.6%.

Pekerjaan

Tabel 4. Distribusi Responden menurut Jenis Pekerjaan pada Penderita Diabetes Melitus di Wilayah Kerja Puskesmas Poasia Kota Kendari Tahun 2017

No.	Pekerjaan	Jumlah (n)	Persentase (%)
1.	Petani	4	6.3
2.	Buruh	3	4.8
3.	Pegawai swasta	17	27.0
4.	Wiraswasta	14	22.2
5.	Ibu rumah tangga	25	39.7
	Jumlah	63	100

Sumber : Data Primer 2017

Tabel 4 menunjukkan distribusi responden berdasarkan pekerjaan dari 63 (100%) responden yang tertinggi yaitu bekerja sebagai ibu rumah tangga sebanyak 39.7% dan yang terendah yaitu bekerja sebagai buruh sebanyak 4.8%

Lama Menderita DM

Tabel 5. Distribusi Responden menurut Lama Menderita Diabetes pada Penderita Diabetes Melitus di Wilayah Kerja Puskesmas Poasia Tahun 2017

No	Lama DM	Jumlah (n)	Persentase (%)
1.	1 tahun	2	3.2
2.	2 tahun	8	12.7
3.	3 tahun	27	42.9
4.	4 tahun	16	25.4
5.	5 tahun	6	9.5
6.	6 tahun	3	4.8
7.	7 tahun	1	1.6
	Jumlah	63	100

Sumber : Data Primer 2017

Tabel 5 menunjukkan bahwa berdasarkan lama menderita diabetes mellitus, responden yang menderita diabetes paling lama adalah 7 tahun dengan jumlah 1.6%, dan yang baru menderita diabetes 1 tahun berjumlah 3.2%.

Riwayat Keluarga

Tabel 6. Distribusi Responden Berdasarkan Riwayat Keluarga Menderita Diabetes Melitus pada Penderita Diabetes Melitus di Wilayah Kerja Puskesmas Poasia Kota Kendari Tahun 2017

No.	Riwayat Keluarga	Jumlah (n)	Persentase (%)
1.	Tidak ada	22	34.9
2.	Ada	41	65.1
	Jumlah	63	100

Sumber : Data Primer, 2017

Tabel 6 menunjukkan bahwa berdasarkan riwayat keluarga yang menderita diabetes mellitus, responden yang tidak memiliki anggota keluarga penderita diabetes berjumlah 34.9% dan yang memiliki keluarga penderita diabetes mellitus berjumlah 65.1%.

Analisis Univariat

Kadar Gula Darah

Tabel 7. Distribusi Responden mengenai Kadar Gula Darah pada Penderita Diabetes Melitus di Wilayah Kerja Puskesmas Poasia Kota Kendari Tahun 2017

No.	Kadar gula darah	Jumlah (n)	Persentase (%)
1.	Tidak terkontrol	17	27.0
2.	Terkontrol	46	73.0
	Jumlah	63	100

Sumber : Data Primer 2017

Tabel 7 menunjukkan bahwa dari 63 responden (100%) terdapat 27.0% yang kadar gula darahnya tidak terkontrol dan 73.0% yang kadar gula darahnya terkontrol.

Activity of Daily Living (ADL)

Tabel 8. Distribusi Responden menurut Activity of Daily Living (ADL) pada Penderita Diabetes Melitus di Wilayah Kerja Puskesmas Poasia Kota Kendari Tahun 2017

No.	ADL	Jumlah (n)	Persentase (%)
1.	Tergantung	2	3.2
2.	Dibantu	2	3.2
3.	Mandiri	59	93.7
	Jumlah	63	100

Sumber : Data Primer 2017

Tabel 8 menunjukkan bahwa dari 63 (100%) responden, yang memiliki kemandirian dengan kategori tergantung 3.2% responden, dibantu

sebanyak 3.2% responden, dan yang mandiri sebanyak 93.7% responden.

Aktivitas Fisik

Tabel 9. Distribusi Responden menurut Aktivitas Fisik pada Penderita Diabetes Melitus di Wilayah Kerja Puskesmas Poasia Kota Kendari Tahun 2017

No	Aktivitas Fisik	Jumlah (n)	Persentase (%)
1.	Kurang	30	47.6
2.	Cukup	33	52.4
	Jumlah	63	100

Sumber : Data Primer 2017

Tabel 9 menunjukkan bahwa dari 63 (100%) responden terdapat 47.6% yang memiliki aktivitas fisik kurang, 52.4% yang memiliki aktivitas fisik cukup.

Kepatuhan Diet

Tabel 10. Distribusi Responden menurut Kepatuhan Diet pada Penderita Diabetes Melitus di Wilayah Kerja Puskesmas Poasia Kota Kendari Tahun 2017

No.	Kepatuhan Diet	Jumlah (n)	Persentase (%)
1.	Tidak patuh	29	46.0
2.	Patuh	34	54.0
	Jumlah	63	100

Sumber : Data Primer 2017

Tabel 10 menunjukkan bahwa dari 63 (100%) responden, terdapat 46.0% responden yang tidak patuh dalam diet dan 54.0% yang patuh dalam menjalani diet.

Analisis Bivariat

Tabel 11. Hubungan Activity of Daily Living (ADL) dengan Kadar Gula Darah pada Penderita Diabetes Melitus di Wilayah Kerja Puskesmas Poasia Kota Kendari Tahun 2017

No	ADL	Kadar Gula Darah				Total	X ² _{hit}	PValue	
		Tidak terkontrol		Terkontrol					
		n	%	n	%	n			%
1	Tergantung	2	100.0 %	0	.0%	2	100	3.003	0.45
2	Dibantu	0	100.0 %	2	100 %	2	100		
3	Mandiri	15	25.4%	44	74.6%	59	100		
Total		17	27.0%	46	73.0%	63	100		

Sumber: Data Primer 2017

Berdasarkan tabel 11 menunjukkan bahwa dari 2 responden yang tergantung dalam melakukan ADL terdapat 100.0% yang memiliki kadar gula darah tidak terkontrol dan 0% memiliki kadar gula darah

terkontrol. Sementara itu dari 2 responden yang dibantu dalam melakukan ADL terdapat 0% yang memiliki kadar gula darah tidak terkontrol dan 0% memiliki kadar gula darah terkontrol. Dan dari 59 responden yang mandiri dalam melakukan ADL terdapat 25.4% yang memiliki kadar gula darah tidak terkontrol dan 74.6% yang memiliki kadar gula darah terkontrol.

Hasil uji statistik *pearson chi square* pada taraf kepercayaan 95 % (0.05) menunjukkan bahwa p Value = 0.045 jadi p Value $\leq \alpha$, sehingga H0 di tolak dan H1 di terima, menunjukkan bahwa ada hubungan antara *Activity of Daily Living* (ADL) dengan terkontrolnya kadar gula darah pasien diabetes mellitus di wilayah kerja Puskesmas Poasia tahun 2017. Karena tabel kontingency 3x2 maka hasil yang digunakan adalah *pearson chi square*.

Tabel 12. Hubungan Aktivitas Fisik dengan Kadar Gula Darah pada Penderita Diabetes Mellitus di Wilayah Kerja Puskesmas Poasia Kota Kendari Tahun 2017

Posisi Kota Kendari Tahun 2017								
No	Aktivitas Fisik	Kadar Gula Darah				Total	χ^2_{hit}	pValue
		Tidak terkontrol		Terkontrol				
		n	%	n	%	n		
1	Kurang	14	46.7%	16	53.3%	30	100	
2	Cukup	3	9.1%	30	90.9%	33	100	9.435 0.002
Total		17	49.2%	46	50.8%	63	100	

Sumber: Data Primer 2017

Berdasarkan tabel 12 menunjukkan bahwa dari 30 responden yang memiliki aktivitas fisik kurang terdapat 46.7% memiliki kadar gula darah tidak terkontrol dan 53.3% memiliki kadar gula darah terkontrol. Sementara itu dari 33 responden yang memiliki aktivitas fisik cukup terdapat 9.1% memiliki kadar gula darah tidak terkontrol dan 90.9% memiliki kadar gula darah terkontrol.

Hasil uji statistik *Chi-Square* pada taraf kepercayaan 95 % (0.05) menunjukkan bahwa p Value = 0.002 dan nilai $\chi^2_{hitung} = 9.435$, jadi p Value $\leq \alpha$, sehingga H0 di tolak dan H1 di terima, menunjukkan bahwa ada hubungan antara aktivitas fisik dengan terkontrolnya kadar gula darah pasien diabetes mellitus di wilayah kerja Puskesmas Poasia tahun 2017.

Tabel 13. Hubungan Kepatuhan Diet dengan Kadar Gula Darah pada Pasien Diabetes Mellitus di Wilayah Kerja Puskesmas Poasia Kota Kendari Tahun 2017

Kadar Gula Darah								
No	Kepatuhan Diet	Kadar Gula Darah				Total	χ^2_{hit}	Pvalue
		Tidak terkontrol		Terkontrol				
		n	%	N	%	n		
1	Tidak patuh	13	44.8%	16	55.2%	29	100	7.086 0.008
2	Patuh	4	11.8%	30	88.2%	34	100	
Total		17	49.2%	46	50.8%	63	100	

Sumber: Data Primer 2017

Berdasarkan tabel 13 menunjukkan bahwa dari 29 responden yang tidak patuh dalam melakukan diet terdapat 44.8% yang memiliki kadar gula darah tidak terkontrol dan 55.2% memiliki kadar gula darah terkontrol. Sementara itu dari 34 responden yang patuh dalam melakukan diet terdapat 11.8% yang memiliki kadar gula darah tidak terkontrol dan 88.2% memiliki kadar gula darah terkontrol.

Hasil uji statistik *Chi-Square* pada taraf kepercayaan 95 % (0.05) menunjukkan bahwa p Value = 0.008 dan nilai $\chi^2_{hitung} = 7.086$, jadi p Value $\leq \alpha$, sehingga H0 di tolak dan H1 di terima, menunjukkan bahwa ada hubungan antara kepatuhan diet dengan terkontrolnya kadar gula darah penderita diabetes mellitus di wilayah kerja Puskesmas Poasia tahun 2017.

Diskusi

Hubungan *Activity Daily of Living* dengan Kadar Gula Darah Pasien Diabetes Mellitus

Activity of Daily Living merupakan salah satu alat ukur untuk menilai kapasitas fungsional seseorang yang seringkali mencerminkan kualitas hidup dan merupakan aktivitas pokok bagi perawatan diri. Aktivitas sehari-hari (ADS) ini terdiri atas 6 macam kegiatan, yaitu mandi (*bathing*), berpakaian (*dressing*), ke toilet (*toileting*), berjalan atau pindah posisi (*walking and transferring*), kontinensia (*continence*), makan (*feeding*)¹⁴. Jenis ADL terbagi menjadi empat kategori yaitu ADL dasar, instrumental, vokasional dan non vokasional.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada 63 penderita diabetes mellitus di wilayah kerja puskesmas Poasia, diperoleh hasil bahwa dari 2 responden yang memiliki kategori ADL tergantung terdapat 2 responden memiliki kadar gula darah tidak

terkontrol dan 0 responden memiliki kadar gula darah terkontrol, kemudian dari 2 responden yang memiliki kategori dibantu dalam melakukan ADL terdapat 0 responden yang memiliki kadar gula darah tidak terkontrol dan 2 responden memiliki kadar gula darah terkontrol. Sedangkan dari 59 responden yang mandiri dalam melakukan ADL terdapat 15 responden yang memiliki kadar gula darah tidak terkontrol dan 44 responden memiliki kadar gula darah terkontrol. Hasil analisis *pearson chi square* diperoleh nilai $P\text{value} = 0.045$ lebih kecil dari $\alpha = 0.05$ sehingga hipotesis H_0 ditolak, dengan demikian *activity of daily living* (ADL) berhubungan dengan terkontrolnya kadar gula darah pada penderita diabetes mellitus di wilayah kerja puskesmas Poasia tahun 2017. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang berjudul "hubungan tingkat kemampuan *activity of daily living* dengan perubahan kadar gula darah pasien diabetes mellitus tipe 2 di wilayah kerja puskesmas masaran" bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara *activity of daily living* (ADL) dengan kadar gula darah pasien diabetes mellitus dengan nilai $p\text{value} 0,001 < \alpha = 0,05$ ¹⁵.

Kemandirian berarti tanpa pengawasan, pengarahan, atau bantuan pribadi aktif, kecuali spesifik akan digambarkan seperti dibawah ini. Pengkajian ini dilakukan pada kondisi aktual pasien diabetes mellitus.

Deskripsi tingkat kemampuan dalam *Activity Daily of Living* (ADL) penelitian menunjukkan sebagian besar responden memiliki kemandirian mandiri. Beberapa faktor menyebabkan tingkat kemandirian responden sebagian besar mandiri adalah umur responden. Distribusi responden menurut umur menunjukkan bahwa sebagian besar responden berusia dibawah 60 tahun. Usia antara 20 hingga 60 tahun merupakan usia seseorang dalam masa produktif, dimana pada usia tersebut mereka memiliki tingkat produktifitas yang tinggi dalam kematangan rasional dan kematangan motorik¹⁶. Pada usia tersebut tingkat kematangan rasional responden mampu meningkatkan semangat untuk menjalani hidupnya, sehingga mereka memiliki motivasi yang baik untuk mampu berbuat terbaik bagi hidupnya, salah satunya adalah memiliki kemampuan dalam *Activity Daily of Living* (ADL).

Pada penelitian ini juga terdapat beberapa penderita diabetes yang masih memerlukan bantuan dalam melakukan *activity of daily living*, karena penderita diabetes dalam kondisi yang tidak memungkinkan untuk melakukan aktivitas secara mandiri. Berdasarkan konteks penelitian, salah satu faktor yang mempengaruhi kemampuan ADL

seseorang adalah faktor fisiologis. Pasien dengan penyakit diabetes melitus memiliki komplikasi yang timbul akibat penyakitnya dan dapat mengganggu kemampuan dalam melakukan ADL. Adapun komplikasi diabetes melitus dapat berupa kejadian neuropatidn ulkus diabetikum¹⁷.

Selain kondisi fisik pasien DM, terdapat suatu kondisi yang memungkinkan terjadinya penurunan kemampuan dalam melakukan ADL yaitu manajemen terapi penyakit. Salah satu manajemen terapi yang dijalani pasien diabetes melitus dan dapat mengganggu ADL adalah *off-loading*. *Off-loading* merupakan teknik mengontrol tekanan untuk mengurangi beban pada kaki dengan cara menghindari semua tekanan mekanis pada kaki yang terluka maupun pada kaki yang mengalami kalus. Tekanan timbul akibat menahan berat badan ketika berdiri atau berjalan. Penggunaan sepatu yang layak, tidak baring, mengurangi aktivitas berat, dan perawatan kaki merupakan cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi beban pada kaki¹⁸.

Hubungan Aktivitas Fisik dengan Kadar Gula Darah Pasien Diabetes Mellitus

Aktivitas fisik adalah gerakan tubuh yang dihasilkan otot rangka yang memerlukan suatu pengeluaran energi. Kurangnya aktivitas fisik akan menjadi salah satu faktor risiko independen dalam suatu penyakit kronis yang bisa menyebabkan kematian secara global¹⁹.

Gaya hidup duduk terus menerus dalam bekerja menjadi penyebab 1 dari 10 kematian dan kecatatan dan lebih dari dua juta kematian setiap tahun disebabkan oleh kurangnya aktivitas fisik / bergerak. Oleh sebab itu aktivitas fisik sangat diperlukan untuk memelihara kesehatan²⁰.

Salah satu manfaat dari aktivitas fisik adalah menurunkan kadar gula darah, dimana latihan fisik akan mencegah akumulasi berlebih gula dalam sirkulasi darah. Saat berolahraga, otot akan mengambil pasokan gula dari sirkulasi dan mengubahnya dalam bentuk energi, hal ini tentu akan mengurangi risiko diabetes. Manfaat yang kedua dari aktivitas fisik adalah peningkatan besar dalam sensitivitas transport glukosa akibat stimulasi insulin. Efek ini disebabkan translokasi berlebih transporter glukosa GLUT-4 kepermukaan sel untuk setiap dosis tertentu insulin. Namun mekanisme seluler yang dapat menyebabkan hal ini masih belum diketahui secara pasti²¹.

Pada penelitian ini, penderita diabetes yang banyak memiliki kadar gula darah tidak terkontrol adalah pasien dengan kategori aktivitas fisik yang

kurang. Hal ini terjadi karena Kebanyakan responden melakukan kebiasaan buruk yaitu kebiasaan duduk, setelah selesai makan dimana hal ini dapat meningkatkan kadar gula darah 24 persen. Dan salah satu penyebab dari tidak terkontrolnya kadar gula darah karena pasien jarang memeriksakan kadar gula darahnya di pelayanan kesehatan.

Pemeriksaan gula darah ini penting, tidak hanya mengurangi risiko potensi komplikasi, tetapi juga berguna untuk mengevaluasi efektivitas terapi yang selama ini diberikan, termasuk obat-obat yang dikonsumsi, olahraga, dan aktifitas fisik yang direkomendasikan.

Penyerapan glukosa oleh jaringan tubuh pada saat istirahat membutuhkan insulin, sedangkan pada otot yang aktif tidak disertai kenaikan kadar insulin walaupun kebutuhan glukosa meningkat. Hal ini dikarenakan pada waktu seseorang beraktivitas fisik, terjadi peningkatan kepekaan reseptor insulin di otot yang aktif. Masalah utama yang terjadi pada diabetes melitus adalah terjadinya resistensi insulin yang menyebabkan glukosa tidak dapat masuk ke dalam sel. Saat seseorang melakukan aktivitas fisik, akan terjadi kontraksi otot yang pada akhirnya akan mempermudah glukosa masuk ke dalam sel. Hal tersebut berarti saat seseorang beraktivitas fisik, akan menurunkan resistensi insulin dan pada akhirnya akan menurunkan kadar gula darah.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada 63 penderita diabetes mellitus di wilayah kerja puskesmas Poasia, diperoleh hasil bahwa dari 30 responden yang memiliki aktivitas fisik kurang terdapat 14 responden memiliki kadar gula darah tidak terkontrol dan 16 responden memiliki kadar gula darah terkontrol. Sedangkan 33 responden yang memiliki aktivitas fisik cukup terdapat 3 responden memiliki kadar gula darah tidak terkontrol dan 30 responden memiliki kadar gula darah terkontrol. Hasil analisis menggunakan *chi square* diperoleh nilai *P*value = 0.002 lebih kecil dari $\alpha = 0.05$ sehingga hipotesis H_0 ditolak, dengan demikian aktivitas fisik berhubungan dengan terkontrolnya kadar gula darah pada penderita diabetes mellitus di wilayah kerja puskesmas Poasia tahun 2017.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian hasil uji korelasi pearson didapatkan nilai $p=0.001$ yang berarti bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara aktivitas fisik dengan kadar gula darah pasien diabetes mellitus²². Penelitian yang berjudul (*Physical Activity, Body Masa Index, and Risk of Type 2 Diabetes In Patient With Normal or Impaired*

Glucose Regulation), menyatakan bahwa peningkatan aktivitas fisik dapat mengurangi risiko diabetes tipe 2. Efek perlindungan dari aktivitas fisik diamati pada subyek dengan BMI yang berlebihan dan kadar glukosa tinggi. Aktivitas fisik merupakan faktor penting dalam pencegahan diabetes mellitus pada subyek dengan kedua regulasi glukosa darah normal dan terganggu²³.

Berdasarkan hasil temuan di lapangan diketahui bahwa banyak pasien diabetes yang tidak melakukan olahraga dan selama waktu senggang lebih banyak digunakan untuk duduk menonton televisi. Oleh karena itu untuk mengubah kebiasaan buruk dari pasien diabetes mellitus ini diperlukan kesadaran dari masing masing individu untuk lebih memperhatikan kondisi kesehatan dan rutin melakukan olahraga untuk menjaga kadar gula darah tetap terkontrol.

Aktivitas fisik akan meningkatkan rasa nyaman, baik secara fisik, psikis maupun sosial dan tampak sehat. Bagi pasien diabetes mellitus, aktivitas fisik dapat mengurangi resiko kejadian kardiovaskular serta meningkatkan harapan hidup. Pada diabetes melitus tipe 2, aktivitas fisik dapat memperbaiki kendali glukosa secara menyeluruh²⁴. Aktivitas fisik yang dilakukan bila ingin mendapatkan hasil yang baik harus memenuhi syarat yaitu dilaksanakan minimal 3 sampai 4 kali dalam seminggu serta dalam kurun waktu minimal 30 menit dalam sekali beraktivitas. Aktivitas fisik tidak harus aktivitas yang berat cukup dengan berjalan kaki di pagi hari sambil menikmati pemandangan selama 30 menit atau lebih sudah termasuk dalam kriteria aktivitas fisik yang baik. Aktivitas fisik ini harus dilakukan secara rutin agar gula darah juga tetap dalam batas normal²⁵.

Intensitas dalam melakukan aktivitas fisik berpengaruh terhadap kadar glukosa darah. Intensitas ringan pada penderita diabetes mellitus dapat menurunkan glukosa darah, namun tidak dapat secara signifikan. Sementara untuk intensitas sedang secara signifikan dapat menurunkan glukosa darah, namun lain halnya dengan intensitas berat, yang menurut Guelfi bahwa intensitas berat lebih sedikit menurunkan glukosa darah dari pada intensitas sedang. Hal ini disebabkan peningkatan jumlah hormon katekolamin dan growth hormon yang lebih besar pada intensitas berat, dapat meningkatkan gula darah.

Hubungan Kepatuhan Diet dengan Kadar Gula Darah Pasien Diabetes Melitus

Kepatuhan diet adalah suatu perilaku pasien dalam melaksanakan pemenuhan asupan makanan yang telah direkomendasikan oleh penyedia

pelayanan kesehatan²⁶. Pelaksanaan diet pada pasien diabetes mellitus ada empat pilar yang perlu diperhatikan, yaitu : edukasi, perencanaan makan, pelatihan jasmani, dan intervensi abologis. Interaksi diet mempengaruhi pola lemak tubuh yang memiliki peranan yang signifikan dalam menentukan sensitivitas insulin. Modifikasi diet dapat dilakukan dengan menghindari asupan kalori yang berlebihan dan diet tinggi lemak dengan mengonsumsi karbohidrat kompleks, buah, dan sayur-sayuran²⁷.

Diet diabetes mellitus merupakan pengaturan pola makan bagi penderita diabetes mellitus berdasarkan jumlah, jenis dan jadwal pemberian makanan. Tujuan dari kepatuhan diet adalah untuk mencapai dan mempertahankan kadar glukosa darah mendekati normal, mencapai dan mempertahankan lipid mendekati normal, mencapai berat badan normal, menghindari atau menangani komplikasi akut pasien yang menggunakan insulin seperti hipoglikemia, komplikasi jangka pendek, dan komplikasi jangka lama serta masalah yang berhubungan dengan latihan jasmani, dan meningkatkan kualitas hidup sehingga dapat melakukan pekerjaan sehari-hari, membiasakan diri untuk makan tepat waktu agar tidak terjadi perubahan pada kadar glukosa darah, dan meningkatkan derajat kesehatan secara komprehensif melalui gizi yang optimal²⁸.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada 63 penderita diabetes mellitus di wilayah kerja puskesmas Poasia, diperoleh hasil bahwa dari 29 responden yang tidak patuh dalam melakukan diet terdapat 13 responden memiliki kadar gula darah tidak terkontrol dan 16 responden memiliki kadar gula darah terkontrol. Sedangkan dari 34 responden yang patuh dalam melaksanakan diet terdapat 4 responden memiliki kadar gula darah tidak terkontrol dan 30 responden memiliki kadar gula darah terkontrol. Hasil analisis menggunakan *chi square* diperoleh nilai *P*value = 0,008 lebih kecil dari $\alpha = 0.05$ sehingga hipotesis H_0 ditolak, dengan demikian kepatuhan diet berhubungan dengan terkontrolnya kadar gula darah pada penderita diabetes mellitus di wilayah kerja puskesmas Poasia tahun 2017.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang berjudul "*hubungan kepatuhan diet dengan kadar glukosa darah sewaktu pada pasien diabetes mellitus tipe 2 di klinik pratama gracia ungaran kabupaten semarang*" bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara kepatuhan diet dengan kadar gula darah pasien diabetes mellitus dengan nilai *p*value $0,000 < \alpha = 0,05$ ²⁹. Diabetes tipe 1 membutuhkan

insulin untuk pengobatan. Hal ini perlu disesuaikan untuk setiap individu dan sesuai dengan jumlah karbohidrat yang dikonsumsi untuk setiap makan³⁰.

Penting untuk diketahui bahwa pasien diabetes mellitus memerlukan pengetahuan dalam kasus menjalani program diet. Kebanyakan orang dengan diabetes tipe 1 disarankan untuk bekerja di luar rasio mereka sendiri untuk jumlah karbohidrat ke insulin diperlukan, dan ada bukti bahwa itu yang terbaik bagi mereka untuk makan karbohidrat yang memiliki indeks glikemik rendah dan melepaskan glukosa perlahan-lahan. Hal ini juga sangat penting bahwa orang-orang dengan diabetes tipe 1 mengikuti pedoman makan sehat dan menjaga berat badan mereka dalam kisaran normal. untuk meningkatkan kontrol gula darah mereka dan mengurangi risiko penyakit jantung dan komplikasi diabetes.

Berdasarkan hasil diskusi dengan responden diketahui bahwa mereka yang tidak patuh dalam melaksanakan diet disebabkan karena kurangnya pemahaman tentang kepatuhan diet seperti apa yang harus dilakukan untuk mengontrol kadar gula darah penderita diabetes, mereka malas untuk mematuhi karena beranggapan bahwa diet diabetes mellitus sangat rumit untuk dilakukan, kemudian rendahnya dukungan keluarga penderita diabetes sehingga berdampak negatif bagi diri penderita diabetes mellitus yaitu menyebabkan depresi sehingga mereka cenderung tidak mengikuti anjuran diet yang dianjurkan.

Sebagian besar penderita diabetes mellitus merasa sulit untuk mematuhi diet karena biasanya anggota keluarga mereka tidak menyukai makanan diet yang mereka konsumsi. Oleh karena itu dukungan keluarga juga sangat menentukan kepatuhan diet yang dilakukan penderita diabetes untuk menjaga terkontrolnya kadar gula darah penderita. Dengan adanya kerjasama antar anggota keluarga maka ketaatan terhadap program-program medis menjadi lebih tinggi termasuk didalamnya kepatuhan diet³¹. Dengan dukungan keluarga dari anggota keluarga yang lain merupakan faktor penting dalam menjalankan program kepatuhan diet diabetes³².

Keluarga berperan mengurangi ketidakpedulian pasien dalam menghadapi penyakit dan ketidaktaatan yang disebabkan oleh godaan dari luar³³. Untuk menstabilkan kadar gula darah agar tidak naik turun, sebaiknya mengonsumsi karbohidrat dengan sama jumlahnya untuk setiap kali makan. Jumlah total karbohidrat harian juga dianjurkan sama dari hari ke hari. Penurunan berat badan dan diet

hipokalori biasanya memperbaiki kadar glikemik jangka pendek. Pengaturan porsi makanan sedemikian rupa sehingga asupan zat gizi tersebar sepanjang hari. Interaksi diet mempengaruhi pola lemak tubuh yang memiliki peranan yang signifikan dalam menentukan sensitivitas insulin³⁴.

Modifikasi diet dapat dilakukan dengan menghindari asupan kalori yang berlebihan dan diet tinggi lemak dengan mengonsumsi karbohidrat kompleks, buah, dan sayur-sayuran.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat ditarik beberapa simpulan sebagai berikut:

- Berdasarkan uji statistik bivariat dengan menggunakan uji *chi square* antara variabel dependen dan independen maka diketahui bahwa dari 63 responden yang diteliti :
- Ada hubungan yang signifikan antara *activity of daily living* dengan terkontrolnya kadar gula darah penderita diabetes mellitus dengan nilai p value 0,045.
 - Ada hubungan yang signifikan antara aktivitas fisik dengan terkontrolnya kadar gula darah pasien diabetes mellitus dengan nilai p value 0,002.
 - Ada hubungan yang signifikan antara kepatuhan diet dengan terkontrolnya kadar gula darah pasien diabetes mellitus dengan nilai p value 0,008.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan serta kesimpulan, maka dapat dikemukakan saran-saran sebagai berikut:

- Masyarakat umum untuk pencegahan dan pengendalian diabetes mellitus, disarankan kepada masyarakat agar senantiasa menjalani pola hidup yang sehat, terutama diet yang baik serta rutin dalam melakukan olahraga. Sedangkan untuk pasien perhatikanlah terapi yang dianjurkan dan laksanakan dengan baik.
- Pihak Puskesmas Tenaga keperawatan di Puskesmas hendaknya senantiasa memberikan pendidikan kesehatan kepada pasien tentang penatalaksanaan Diabetes Mellitus, dan memberikan motivasi kepada pasien untuk mentaati diet, aktif melakukan kegiatan-kegiatan fisik, rajin mengonsumsi obat, dan menghindari kondisi stres sehingga kadar gula darah mereka menjadi terkontrol. Selain itu petugas perlu pula untuk mengingatkan

kepada pasien untuk rutin memeriksakan kadar gula darahnya, sehingga dapat terhindar dari kondisi komplikasi yang lebih parah.

c. Peneliti Selanjutnya

Dalam menilai kepatuhan penderita diabetes dalam menjalankan diet, sebaiknya digunakan food record agar hasil lebih objektif. Selain itu, untuk menilai pengendalian diabetes, sebaiknya digunakan kadar Hb1Ac karena lebih menggambarkan keadaan hiperglikemia dalam waktu yang lama.

DAFTAR PUSTAKA

- Kementerian Kesehatan. 2012. "Petunjuk Teknis Pengaruh Faktor Risiko Diabetes Mellitus". Penyakit Metabolik". Direktorat PPTM Ditjend PP&PL.
- Silaban, 2012. *Penatalaksanaan Diabetes Mellitus Terpadu. Panduan Penatalaksanaan Diabetes Mellitus Bagi Dokter Dan Edukator*. Jakarta: Balai Penerbitan FKUI.
- American Diabetes Association., 2015. Physical Activity/ Exercise and Diabetes. *Diabetes Care* 26 (Suppl 1): 62-69.
- International Diabetes Federation. 2015. "IDF DIABETES ATLAS Seventh Edition 2011". www.diabetesatlas.org. Diunduh pada 30 Oktober 2016.
- Soewondo, et al, 2010. *Penatalaksanaan Diabetes Mellitus Terpadu*. Panduan Penatalaksanaan Diabetes Mellitus Bagi Dokter dan Edukator. Jakarta : Balai Penerbitan FKUI.
- Dinkes Provinsi Sultra., 2015, Provinsi Sulawesi Tenggara
- Dinkes Kota Kendari, 2015
- International Diabetes Federation. 2015. "IDF DIABETES ATLAS Seventh Edition 2011". www.diabetesatlas.org. Diunduh pada 30 Oktober 2016.
- Ahmad, 2014. *Patogenesis dan Terapi DM Tipe 2*. Yogyakarta, Medika FK UGM.
- PERKENI. 2011. "Buku Pedoman Konsensus Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Mellitus Tipe 2 di Indonesia". PERKENI: Indonesia.
- Tambayong, 2005. Diabetes. Jakart: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Saryono. 2013. "Buku Metodologi Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif dalam bidang kesehatan".
- Notoatmodjo, 2010. Metodologi Penelitian Kesehatan. Jakarta : Rineka Cipta.

- JIMKESMAS**
JURNAL ILMIAH MAHASISWA KESEHATAN MASYARAKAT
VOL. 2/NO.7/ Agustus 2017; ISSN 2502-731X
14. Depkes, 2007. Pusat Data dan Informasi Profil Kesehatan Indonesia. Jakarta : Departemen Kesehatan RI.
 15. Maliya Arina. 2009. "Hubungan Tingkat Kemampuan Activity of Daily Living (ADL) Dengan Perubahan Kadar Gula Darah Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 D Wilayah Puskesmas Masaran" Jurnal Kesehatan, Vol.4, No.1. 68-79.
 16. Tamher, N., 2009. Kesehatan Usia Lanjut dengan Pendekatan Askep. Jakarta, FKUI.
 17. Bilous R, Donnelly. 2014. Buku Pegangan Diabetes Melitus. Bandung. Bumi Medika
 18. Fryberg, RG., Zgonis T., Amstrong D.G., Vickie RD., John MG., Steven RK., Landsman AS, Lavery LA, Moore C, Schubert DM, Wukich DK, Andersen C, & Vanore JV (2006). Diabetic Foot Disorders a Clinical Practice Guidelines. The Journal of Foot and Ankle Surgery.
 19. WHO., 2008. *Diabetes Mellitus*. WHO News: Fact Sheets.
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs/138/en>. Diakses 28 Oktober 2016.
 20. Wira. 2015. "Pola Makan dan Aktivitas Fisik Dengan Kadar Glukosa Darah Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 Rawat Jalan di RSUP Dr. WAHIDIN SUDOROHUSODO Makassar". Media Gizi Masyarakat Indonesia . Vol 1. No 1, 52-58.
 21. Hansen PA. 2008. "Increased GLUT-4 Translocation Mediates Enhanced Insulin Sensitivity Of Muscle Glucose Transport After Exercise". University Of Tromso, Norway.
 22. Gumilang M.P. 2014. "Hubungan Aktivitas Fisik Dengan Kadar Gula Darah Pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 Di Rumah Sakit Umum Daerah Karanganyar". Surakarta: Fakultas Muhammadiyah.
 23. Hu Gang, Linstrom J., Timo T., Vale, Johan G., Erikson, Jousilahti P., 2004. "Physical Activity, Body Mass Index, and Risk of Type 2 Diabetes in Patient With Normal or Impaired Glucose Regulation". American Journal Medical Association. Vol 164, No.5, 892-896.
 24. Yunir, E dan S. Soebardi. 2009. Farmakoterapi pada Pengendalian Glikemia Diabetes Melitus Tipe 2 : Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam Jilid III Edisi V. Jakarta. Balai Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
 25. Kriska, Andrea. 2007. Physical Activity and the Prevention of Type II (Non-Insulin-Dependent) Diabetes . University of Pittsburgh. PCPFS Research DIGEST. Series 2, Number 10.
 26. Khan et al. 2012. *Disability in Activities of Daily Living Patterns of Change and a Hierarchy of Disability*. American Journal of Public Health. Vol 87, No 3.
 27. Ramachandran, Snehathatha, 2009. "Temporal Changes in Prevalence of Diabetes and Impaired Glucose Tolerance Associated With Lifestyle Transition Occuring in the Rural Population in India" : Diabetologia 860-856.
 28. Sulistyowati, Lilis, 2011. *Diabetes Mellitus Di Indonesia dan Ilmu Penyakit Dalam Edisi 5*. Interna Publishing. Jakarta
 29. Mila Dewi Kusuma Ayu. 2015. "Hubungan Kepatuhan Diet Dengan Kadar Glukosa Darah Sewaktu Pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 Di Klinik Pratama Gracia Ungaran Kabupaten Semarang".
 30. Busser Gaynol. 2015. "Understanding the Relationship Between Tipe 1 Diabetes and Diet". Freelance dietitian and public health nutritionist. Vol 29, No 2, 24-30.
 31. Dye et al. 2003. "A Child's Day 2003. Selected Indicators of a Child's Well Being". U.S. Departement of Commerce Economics and Statistics Administration.
 32. Niven N, 2002, Psikologi Kesehatan, Rhineka Cipta, Jakarta.
 33. Pratiwi Y.B., Endang N.W., 2013. "Hubungan Antara Dukungan Keluarga Dengan Kepatuhan Diet Pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 Rawat Jalan Di RSUD dr. Soediran Mangun Sumarso".
 34. Sukardji, 2005. *Penatalaksanaan Gizi Pada Diabetes Melitus dalam Penatalaksanaan Diabetes Melitus Terpadu*. Pusat Diabetes dan Lipid RSUPN Dr. Cipto Mangunkusuma . Jakarta : FKIK.

Lampiran 5 Jurnal ke-5

HUBUNGAN ANTARA LATIHAN JASMANI DENGAN KADAR GLUKOSA DARAH PENDERITA DIABETES

Association Between Exercise and Blood Glucose Levels In Diabetic Patients

Eryna Laili Putri

FKM UA, erynalailiputri@gmail.com

Alamat Korespondensi: Departemen Epidemiologi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga Surabaya, Jawa Timur, Indonesia

ABSTRAK

Diabetes Melitus (DM) merupakan penyakit kronis dengan prevalensi tinggi, terkait dengan berbagai penyakit komplikasi dan dapat menurunkan kualitas hidup penderita DM. Penting bagi penderita DM untuk melakukan latihan jasmani untuk menjaga stabilitas kadar glukosa darah. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui hubungan latihan jasmani yang dikategorikan berdasarkan frekuensi, durasi dan intensitas latihan jasmani dengan rerata kadar glukosa darah acak pada penderita DM. Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan desain kasus kontrol. Data diperoleh dari wawancara yang dilakukan pada 20 sampel kelompok kasus dan 20 sampel kelompok kontrol dengan teknik sampling random sistematis. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah rerata kadar glukosa darah acak, sedangkan variabel bebas adalah frekuensi, durasi, intensitas dan jenis latihan jasmani. Penelitian ini menggunakan uji Chi Square tabel kontingensi 3×2 untuk mengetahui hubungan dan besar risiko. Hasil penelitian menunjukkan faktor latihan jasmani yang berhubungan dengan rerata kadar glukosa darah acak adalah durasi latihan jasmani ($p = 0,022$) dan intensitas latihan jasmani ($p = 0,021$). Frekuensi latihan jasmani tidak berhubungan dengan rerata kadar glukosa darah acak ($p = 0,340$). Penderita DM yang tidak melakukan latihan jasmani berisiko untuk mempunyai rerata kadar glukosa darah acak tidak terkontrol. Kesimpulan penelitian ini adalah total durasi dan intensitas latihan jasmani berhubungan dengan rerata kadar glukosa darah acak. Latihan jasmani yang dilaksanakan sebanyak 3 kali 30 menit per minggu dapat mengurangi risiko pada penderita DM untuk mempunyai kadar glukosa darah tidak terkontrol.

Kata kunci: *Diabetes mellitus, latihan jasmani, rerata kadar glukosa darah*

ABSTRACT

Diabetes Mellitus (DM) is a chronic disease with high prevalence, associated with various debilitating complications and can decrease the quality of life in people with it. It is important for people with DM to do exercise to control the stability of their blood glucose levels. The purpose of this study was to find out the association between frequency, duration, and intensity of exercise with average blood glucose levels in people with DM. This was an observational study that used case control design. Data obtained from interview with 20 samples from case group and 20 samples from control group, that had been chosen with systematic random sampling technique. Dependent variable of this study was the average blood glucose levels and independent variables were frequency, duration, intensity, and the kind of exercise. This study used Chi Square test 3×2 contingency tables to find out the association and risk of dependent variable with independent variables. The results showed that exercise factors that associated to average blood glucose levels were duration of exercise ($p = 0,022$) and intensity of exercise ($p = 0,021$). The frequency of exercise does not associated to average blood glucose levels ($p = 0,340$). Diabetic patients who did not do any exercise have the risk of having uncontrolled blood glucose levels. The conclusion was duration and intensity of exercise related significantly to blood glucose levels. By doing exercise three times a week for 30 minutes or more can decrease the risk of uncontrolled blood glucose levels in people with DM.

Keywords: *Diabetes mellitus, exercise, average blood glucose levels*

PENDAHULUAN

Transisi epidemiologi terjadi baik di negara maju maupun berkembang, ditandai dengan bergesernya pola penyakit secara epidemiologi, dari penyakit menular dan infeksi menjadi penyakit tidak menular. Hal tersebut disebabkan oleh informasi,

ilmu pengetahuan dan teknologi, serta gaya hidup manusia yang semakin berkembang. Akibat yang terjadi antara lain mempengaruhi perilaku dan kesehatan manusia, sehingga mulai menjadi masalah kesehatan yang serius. Seperti yang terjadi di Indonesia, penyakit tidak menular termasuk dalam

sepuluh besar penyebab kematian terbesar dan kasus terbanyak secara nasional (Depkes, 2008).

Penyakit Tidak Menular (PTM) atau *Non Communicable Diseases* (NCDs) adalah penyakit yang berkembang secara lambat dan berdurasi lama, yang tidak dapat ditularkan dari satu orang ke orang lainnya. PTM berisiko bagi manusia pada semua kelompok umur, tetapi lebih banyak dijumpai pada kelompok usia dewasa dan usia lanjut (WHO, 2014). Terdapat empat jenis PTM yang secara global paling banyak menyebabkan kematian pada penderitanya, yaitu penyakit kardiovaskular, kanker, diabetes melitus dan penyakit paru kronis.

Salah satu perbedaan antara Penyakit Menular (PM) dan Penyakit Tidak Menular (PTM) adalah sistem surveilans yang dilaksanakan, yaitu terletak pada perbedaan faktor yang diintervensi. Insiden penyakit menular sifatnya cepat, sedangkan insiden penyakit tidak menular sifatnya lambat. Surveilans PTM lebih fokus pada faktor risiko yang bisa menyebabkan seseorang terkena penyakit tersebut dan pelaksanaannya adalah sebelum PTM tersebut muncul, sedangkan surveilans penyakit menular dilakukan secara sistematis dan terus menerus. Surveilans PTM disertai survei, deteksi, atau skrining. Terjadinya Kejadian Luar Biasa (KLB) PTM adalah jika pelaksana surveilans tidak bisa menangkap faktor risiko sejak awal (Putri, 2015).

Diabetes Melitus (DM) adalah suatu penyakit gangguan metabolisme menahun yang ditandai oleh hiperglikemia, atau tingginya kadar glukosa darah melebihi nilai normal. Peningkatan kadar glukosa darah tersebut terjadi akibat kekurangan insulin baik absolut maupun relatif, juga karena kelainan sekresi maupun kerja insulin. Kerja insulin yang tidak normal disebabkan oleh pankreas tidak dapat memproduksi insulin (menyebabkan DM tipe 1), gangguan kerja insulin (menyebabkan DM tipe 2) dan efektivitas insulin menurun pada masa kehamilan (menyebabkan DMG). (PB Perkeni, 2006).

Kecurigaan adanya DM dapat terjadi apabila ditemui keluhan atau gejala klasik yang sering dijumpai pada penderita DM. Gejala klasik diabetes adalah banyak kencing terutama di malam hari (poliuria), sering merasa haus yang berlebihan sehingga banyak minum (polidipsia) dan cepat lapar sehingga banyak makan (polifagia), serta penurunan berat badan. Keluhan lain dapat berupa lemah badan, kesemutan pada jari tangan dan/atau kaki, mata kabur, sering terkena infeksi, luka sukar sembuh (IDF, 2014).

Penderita DM biasanya merasakan gejala klinis yang ringan atau bahkan tanpa gejala, perjalanan penyakitnya dapat berkembang kronis dan progresif. Adanya penyakit DM dalam tubuh seseorang dapat berpengaruh terhadap respons tubuh orang tersebut terhadap penyakit lain, sehingga sering terjadi komplikasi, yang berbeda pada setiap penderitanya (Wulandari, 2013). Risiko terjadinya masalah kesehatan lain pada penderita DM lebih tinggi, karena kadar glukosa darah yang tinggi dapat memicu timbulnya penyakit baru yang berhubungan dengan jantung, pembuluh darah, mata, saraf dan ginjal secara konsisten. Penyakit yang sebagian besar risikonya dipicu oleh penyakit DM sehingga menimbulkan komplikasi antara lain penyakit kardiovaskuler, kebutaan, luka anggota badan bagian bawah dan penyakit gagal ginjal (IDF, 2014).

Komplikasi akut atau kronis pada penderita DM menunjukkan adanya penurunan kualitas hidup penderita DM tersebut. DM yang merupakan penyakit menahun dan diderita seumur hidup tidak dapat disembuhkan, namun tetap dapat dikendalikan dengan menjaga kualitas hidup penderita DM supaya tetap baik (PB Perkeni, 2006). Penjagaan kualitas hidup penderita DM diwujudkan dengan menjaga kadar glukosa darah agar tetap berada pada batas yang aman dan hal tersebut sangat penting untuk diperhatikan (CDC, 2014).

Kadar glukosa yang stabil dan tetap berada pada batas yang aman dapat berdampak pada peningkatan kualitas hidup pada penderita DM, dan dapat dilakukan dengan melakukan upaya pengendalian penyakit DM (Putri dan Isfandiari, 2013). Penatalaksanaan secara umum bertujuan untuk meningkatkan kualitas hidup penderita DM. Tujuan jangka pendeknya antara lain hilangnya keluhan dan tanda DM, mempertahankan rasa nyaman serta tercapainya target pengendalian glukosa darah. Tujuan jangka panjang penatalaksanaan DM adalah mencegah dan menghambat progresivitas penyakit penyulit mikroangiopati, makroangiopati dan neuropati. Tujuan akhirnya penatalaksanaan DM adalah turunya morbiditas dan mortalitas akibat penyakit DM. Penderita DM dapat melaksanakan upaya pengendalian penyakit DM berdasarkan pedoman empat pilar penatalaksanaan DM, yang terdiri dari penerimaan edukasi, terapi gizi medis atau pengaturan pola makan, pelaksanaan latihan jasmani dan intervensi farmakologis (PB Perkeni, 2006).

Pada tahun 2013, terdapat 382 juta orang di seluruh dunia yang hidup sebagai penyandang

diabetes, 138 juta diantaranya bertempat tinggal di kawasan Asia Tenggara dan sekitarnya. Indonesia adalah satu dari sepuluh negara dengan penderita diabetes terbanyak di dunia, yakni menduduki peringkat ketujuh dengan rincian 8,5 juta penduduk Indonesia berusia 20 sampai 79 tahun menderita DM Tipe 2 (IDF, 2013).

Prevalensi DM di Indonesia terus mengalami peningkatan, hal tersebut dapat dilihat dari prevalensi DM di Indonesia pada tahun 2007 sebesar 1,1% dan meningkat menjadi 1,5% pada tahun 2013. Prevalensi DM terus meningkat sesuai dengan pertambahan umur, tetapi cenderung menurun pada kelompok umur di atas 65 tahun. Kawasan perkotaan memiliki prevalensi DM yang cenderung lebih tinggi daripada kawasan pedesaan (Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, 2013).

Penyakit endokrin dan metabolik merupakan salah satu dari sepuluh penyakit terbanyak di kota Surabaya sejak bulan Januari 2014 sampai dengan Mei 2014. DM merupakan penyakit tidak menular dengan angka prevalensi tertinggi kedua di kota Surabaya setelah penyakit hipertensi, sebanyak 21.262 kasus baru DM Tipe 2, 116.518 kasus lama DM Tipe 2 (Dinas Kesehatan Kota Surabaya, 2012).



Sumber: Putri, 2015

Gambar 1. Tren Kasus DM di Puskesmas Pacar Keling 2011–2014

Penelitian sebelumnya di tempat yang sama memperoleh hasil bahwa dari 53 penderita DM di Puskesmas Pacar Keling, terdapat 34 orang (64,2%) yang tidak melaksanakan latihan jasmani sama sekali dalam seminggu, sehingga penderita DM di Puskesmas Pacar Keling yang tidak melaksanakan latihan jasmani lebih banyak daripada penderita DM yang melaksanakan latihan jasmani. Penelitian tersebut mendapat hasil bahwa terdapat hubungan yang bermakna (nilai $p = 0,017$) antara latihan

jasmani atau olahraga dengan rerata kadar glukosa darah acak pada penderita DM di Puskesmas Pacarkeling kota Surabaya (Putri dan Isfandiari, 2013). Penelitian lain menyebutkan bahwa senam sebagai salah satu bentuk latihan jasmani dapat secara efektif menurunkan kadar glukosa darah (Utomo, 2011).

Fokus penelitian lain mengenai latihan jasmani pada penderita DM yang telah dilakukan sebelumnya hanya membahas tentang melaksanakan atau tidak melaksanakan olahraga dan hubungannya secara langsung dengan kadar glukosa darah (Putri dan Isfandiari, 2013). Penelitian lain hanya meneliti efek jangka pendek yang muncul dari pelaksanaan latihan jasmani terhadap kadar glukosa darah (Utomo, 2011). Konsensus American Diabetes Association menyatakan tentang pentingnya melakukan latihan jasmani minimal sebanyak tiga kali dalam seminggu karena efek dari sekali berolahraga sesuai anjuran terhadap sensitivitas insulin hanya dapat bertahan selama 24 hingga 72 jam (Sigal dkk., 2006). Sehingga perlu adanya penelitian yang membahas lebih lanjut tentang hubungan faktor frekuensi, durasi dan intensitas latihan jasmani yang dilakukan dan hubungannya dengan kadar glukosa darah.

Latar belakang tersebut diatas merumuskan tujuan penelitian, yaitu untuk menganalisis hubungan dan risiko antara pelaksanaan latihan jasmani dengan rerata kadar glukosa darah acak pada penderita DM di Puskesmas Pacar Keling tahun 2015. Latihan jasmani dalam penelitian ini dikategorikan berdasarkan frekuensi, durasi dan intensitasnya.

METODE

Penelitian ini termasuk jenis penelitian observasional, karena peneliti hanya melakukan pengamatan pada subyek penelitian terkait variabel penelitian tanpa memberi perlakuan. Rancang bangun penelitian ini menggunakan desain kasus kontrol, yaitu dengan mempelajari hubungan antara sebab (latihan jasmani) dengan akibat (kadar glukosa darah) yang dilihat secara retrospektif.

Penelitian dilakukan di Puskesmas Pacar Keling kota Surabaya pada tahun 2015. Populasi penelitian ini terbagi menjadi dua, yaitu populasi kasus dan kontrol. Populasi kasus adalah semua penderita DM di Puskesmas tersebut dengan rerata kadar glukosa darah selama tiga bulan terakhir termasuk dalam kategori tidak terkontrol (≥ 180 mg/dl), sedangkan populasi kontrol adalah semua penderita DM di

Puskesmas tersebut dengan rerata kadar glukosa darah selama tiga bulan terakhir termasuk dalam kategori terkontrol (<180 mg/dl). Kriteria inklusi dalam penelitian ini adalah responden yang memiliki perilaku konsumsi baik dan kepatuhan berobat juga baik, sedangkan kriteria eksklusi penelitian adalah penderita DM yang tidak dapat berdiri atau berjalan.

Sampel penelitian adalah bagian dari populasi yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi dan dipilih berdasarkan teknik *systematic random sampling* karena basis populasi adalah kunjungan ke Puskesmas. Sampel penelitian terdiri dari sampel kelompok kasus dan sampel kelompok kontrol. Besar total sampel adalah 40, dengan rincian sampel kelompok kasus sebanyak 20 responden dan sampel kelompok kontrol sebanyak 20 responden. Besar sampel diperoleh dari perhitungan berdasarkan rumus Lemeshow, dkk. (1990):

$$n = \frac{(Z_{1-\frac{\alpha}{2}} \sqrt{2p_0(1-p_0)} + Z_{1-\beta} \sqrt{p_1(1-p_1) + p_0(1-p_0)})^2}{(p_1 - p_0)}$$

Perhitungan besar sampel menggunakan OR sebesar 5,67 dan p_0 sebesar 0,32 yang diperoleh dari penelitian sejenis yang dilakukan sebelumnya, yaitu oleh Frankilwati dkk. (2013). Data tentang pelaksanaan latihan jasmani merupakan data primer yang diperoleh dari hasil melakukan wawancara berdasarkan instrumen. Data tentang kadar glukosa darah acak penderita DM selama tiga bulan terakhir secara berturut-turut diperoleh dari rekam medik di Puskesmas Pacar Keling.

Analisis data yang dilakukan antara lain analisis univariat dan bivariat. Analisis univariat digunakan untuk mendapatkan gambaran distribusi setiap variabel yang diteliti, yang hasilnya disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Analisis bivariat digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel bebas yaitu frekuensi, durasi dan intensitas latihan jasmani dengan variabel terikat yaitu rerata kadar glukosa darah acak. Analisis bivariat menggunakan uji *Chi Square* tabel kontingensi 3x2 dengan program aplikasi

komputer. Perhitungan *Odd Ratio* dengan menggunakan aplikasi komputer juga dilakukan untuk mengetahui besar risiko frekuensi, durasi dan intensitas latihan jasmani pada rerata kadar glukosa darah acak.

HASIL

Gambaran Karakteristik Responden

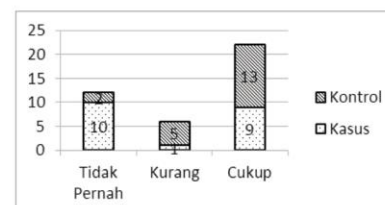
Tabel 1. Gambaran Karakteristik Responden Berdasarkan Umur dan Jenis Kelamin

Karakteristik	Kategori	Kelompok			
		Kasus		Kontrol	
		n	%	n	%
Umur (tahun)	25-45	2	10	1	5
	45-65	10	50	14	70
	> 65	8	40	5	25
Jenis kelamin	Laki-laki	3	15	4	20
	Perempuan	17	85	16	80

Baik pada kelompok kasus maupun kelompok kontrol, kategori dengan responden terbanyak adalah pada kategori umur 45 sampai 65 tahun. Responden yang berumur 45 sampai 65 tahun lebih banyak yang termasuk dalam kategori kadar GDA terkontrol, yaitu 14 responden, sedangkan responden yang berumur diatas 66 tahun lebih banyak yang termasuk dalam kategori kadar GDA tidak terkontrol. Responden penelitian ini lebih banyak yang berjenis kelamin perempuan.

Gambaran Frekuensi Latihan Jasmani Responden

Frekuensi latihan jasmani merupakan banyaknya latihan jasmani yang dilakukan dalam waktu seminggu. Penelitian ini menggunakan kategori frekuensi latihan jasmani yang dibedakan menjadi tidak pernah, kurang (1-2 kali dalam seminggu) dan cukup (≥ 3 dalam seminggu).



Gambar 2. Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Kategori Frekuensi Latihan Jasmani.

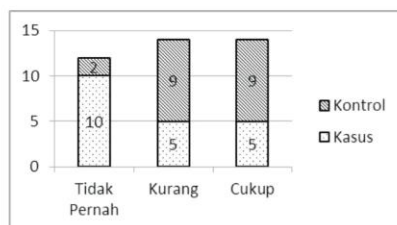
Gambar 2 menunjukkan bahwa baik pada kelompok kasus maupun kontrol, responden yang melakukan latihan jasmani dengan frekuensi yang cukup lebih banyak daripada responden yang tidak pernah melakukan latihan jasmani atau responden yang melakukan latihan jasmani dengan frekuensi kurang. Hanya 6 responden yang melakukan latihan jasmani dengan frekuensi kurang dan terdapat 12 responden yang sama sekali tidak melaksanakan latihan jasmani.

Hasil menunjukkan bahwa pada kelompok kasus responden yang tidak pernah melakukan latihan jasmani sama sekali selama seminggu adalah 10 (50%) responden. Responden yang tidak melakukan latihan jasmani sama sekali lebih banyak daripada responden yang melakukan latihan jasmani dengan frekuensi cukup atau kurang. Sebanyak 9 (40,9%) responden pada kelompok kasus melakukan latihan jasmani dengan frekuensi cukup dan hanya 1 (5%) orang pada kelompok kasus yang melakukan latihan jasmani dengan frekuensi kurang dalam seminggu.

Responden pada kelompok kontrol lebih banyak yang melakukan latihan jasmani dengan frekuensi cukup. Responden pada kelompok kontrol yang melakukan latihan jasmani dengan frekuensi kurang adalah 5 responden dan hanya 2 responden pada kelompok kontrol yang sama sekali tidak melakukan latihan jasmani selama seminggu.

Gambaran Durasi Latihan Jasmani Responden

Durasi latihan jasmani merupakan total waktu yang digunakan oleh responden untuk melakukan latihan jasmani dalam waktu seminggu. Kategori durasi latihan jasmani pada penderita DM yang dikelompokkan menjadi tiga, yaitu tidak pernah melakukan latihan jasmani selama seminggu, kurang (kurang dari 90 menit dalam seminggu) dan cukup (90 menit atau lebih dalam seminggu).



Gambar 3. Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Kategori Durasi Latihan Jasmani.

Gambar 3 menunjukkan bahwa pada keseluruhan responden, jumlah responden dengan yang melakukan latihan jasmani dengan durasi kurang sama dengan jumlah responden dengan melakukan latihan jasmani dengan durasi cukup, yaitu masing-masing 14 (35%) responden. Responden yang sama sekali tidak melakukan latihan jasmani selama seminggu adalah 12 responden, 10 diantaranya merupakan kelompok kasus dan 2 diantaranya merupakan kelompok kontrol.

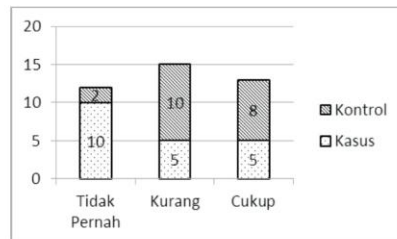
Responden kelompok kasus yang tidak melakukan latihan jasmani dalam seminggu adalah 10 (50%) responden. Responden kelompok kasus yang melakukan latihan jasmani dengan durasi kurang dalam seminggu adalah 5 (25%) responden. Responden yang melakukan latihan jasmani dengan durasi cukup adalah 9 (45%) responden.

Responden pada kelompok kontrol yang tidak melakukan latihan jasmani sama sekali dalam seminggu adalah 2 responden, sedangkan responden yang melakukan latihan jasmani dengan durasi cukup lebih banyak dari responden yang melakukan latihan jasmani dengan durasi kurang. Responden kelompok kontrol yang melakukan latihan jasmani dengan durasi kurang dalam seminggu adalah 5 (25%) responden, sedangkan responden kelompok kontrol yang melakukan latihan jasmani dengan durasi cukup adalah 9 (45%) responden.

Gambaran Intensitas Latihan Jasmani Responden

Intensitas latihan jasmani adalah kualitas yang menunjukkan berat ringannya latihan jasmani, yang diperoleh dari banyaknya latihan jasmani yang dilakukan disertai waktu yang digunakan dalam melakukan latihan jasmani. Intensitas latihan jasmani dibedakan menjadi tiga, yaitu tidak melakukan latihan jasmani, melakukan latihan jasmani dengan intensitas kurang (kurang dari 3×30 menit dalam seminggu) dan melakukan latihan jasmani dengan intensitas cukup (3×30 menit atau lebih dalam seminggu).

Responden secara keseluruhan yang melaksanakan latihan jasmani dengan intensitas kurang dan cukup lebih banyak daripada responden yang tidak melaksanakan latihan jasmani sama sekali. Responden yang melakukan latihan jasmani dengan intensitas kurang adalah 15 responden, jumlah tersebut lebih banyak daripada responden yang melakukan latihan jasmani dengan intensitas cukup, yaitu 13 responden.



Gambar 4. Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Kategori Intensitas Latihan Jasmani.

Responden pada kelompok kasus yang tidak melakukan latihan jasmani adalah 10 (25%) responden. Responden pada kelompok kasus yang melakukan latihan jasmani dengan intensitas kurang adalah 5 (12,5%) responden. Jumlah tersebut sama dengan jumlah responden pada kelompok kasus yang melakukan latihan jasmani dengan intensitas cukup, yaitu 5 (12,5%) responden.

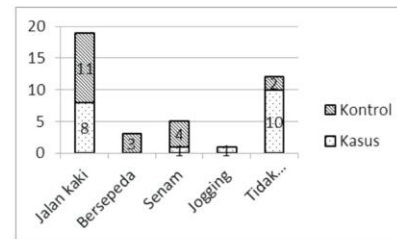
Jumlah responden pada kelompok kontrol yang melakukan latihan jasmani dengan intensitas kurang lebih banyak daripada responden kelompok kontrol yang melakukan latihan jasmani dengan intensitas cukup. Responden pada kelompok kontrol melakukan latihan jasmani dengan intensitas yang kurang adalah 10 (50%) responden. Responden yang melakukan latihan jasmani dengan intensitas yang cukup adalah 8 (40%) responden. Dua responden dalam kelompok kontrol sama sekali tidak melakukan latihan jasmani dalam seminggu.

Gambaran Jenis Latihan Jasmani Responden

Jenis latihan jasmani merupakan jenis kegiatan yang dilakukan saat melaksanakan latihan jasmani. Kategori jenis latihan jasmani pada responden yang melaksanakan latihan jasmani terbagi menjadi empat, antara lain jalan kaki, bersepeda, senam, *jogging*.

Jenis latihan jasmani yang paling banyak dipilih oleh keseluruhan responden pada kelompok kasus dan kontrol adalah jalan kaki. Terdapat 12 (30%) responden yang tidak melaksanakan latihan jasmani sama sekali dan 10 diantaranya merupakan kelompok kasus. Sisanya memilih jenis latihan jasmani berupa senam sebanyak 5 responden, bersepeda sebanyak 3 responden dan *jogging* sebanyak 1 responden.

Responden pada kelompok kasus yang tidak melaksanakan latihan jasmani sama sekali



Gambar 5. Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Kategori Frekuensi Latihan Jasmani.

dalam seminggu adalah 10 (50%) responden, sedangkan jenis latihan jasmani yang paling banyak dilaksanakan oleh responden kelompok kasus yang melaksanakan latihan jasmani adalah jalan kaki. Jumlah responden kelompok kasus yang melaksanakan latihan jasmani berupa senam sama dengan jumlah responden yang melaksanakan *jogging*, yaitu masing-masing sebanyak 1 responden.

Responden pada kelompok kontrol yang melaksanakan jalan kaki sebagai kebiasaan latihan jasmani adalah sebanyak 11 (55%) responden. Terdapat 4 (20%) responden dalam kelompok kontrol yang melakukan senam, tetapi jenis senam yang dilakukan adalah senam lansia, tidak spesifik jenis senam diabetes. Sebanyak 3 (15%) responden pada kelompok kontrol memilih latihan jasmani berupa bersepeda dan 2 (10%) responden dalam kelompok kontrol tidak melakukan latihan jasmani sama sekali.

Analisis Hubungan Frekuensi Latihan Jasmani dengan Rerata Kadar Glukosa Darah Acak

Perhitungan untuk mencari adanya hubungan antara frekuensi, durasi dan intensitas latihan jasmani dengan rerata kadar glukosa darah acak dalam penelitian ini menggunakan uji *Chi Square* tabel kontingensi 3×2 . Interpretasi hasil perhitungan dilakukan dengan membandingkan *p value* dengan nilai α (0,05). *P value* yang lebih kecil daripada α menunjukkan bahwa ada hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat. *P value* yang lebih besar daripada α menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat. Perhitungan *Odd Ratio* (OR) dilakukan untuk mengetahui besar risiko.

Tabel 2. Analisis Hubungan Frekuensi, Durasi dan Intensitas Latihan Jasmani dengan Rerata Kadar Glukosa Darah Acak

Variabel	Kategori	Odd Ratio	P value
Frekuensi Latihan Jasmani	Tidak pernah	7,22 (1,05–62,61)	0,340
	Kurang	0,29 (0,01–3,51)	
	Cukup	1	
Durasi Latihan Jasmani	Tidak pernah	9,00 (1,08–94,97)	0,022
	Kurang	1 (0,16–6,13)	
	Cukup	1	
Intensitas Latihan Jasmani	Tidak pernah	8,00 (0,94–85,82)	0,021
	Kurang	0,80 (0,13–4,90)	
	Cukup	1	

Uji statistika mencari hubungan frekuensi latihan jasmani dengan rerata kadar glukosa darah acak dengan menggunakan uji *Chi Square* tabel kontingensi 3×2 menghasilkan nilai *p value* sebesar 0,340. Nilai tersebut lebih besar dari 0,05 (α), artinya tidak terdapat hubungan antara frekuensi latihan jasmani dengan rerata kadar glukosa darah acak pada penderita DM.

Perhitungan *Odd Ratio* pada kategori tidak pernah melakukan latihan jasmani terhadap kategori melakukan latihan jasmani dengan frekuensi cukup menghasilkan nilai 7,22. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penderita DM yang tidak melakukan latihan jasmani sama sekali mempunyai risiko sebesar 7,22 kali untuk mempunyai rerata kadar glukosa darah acak yang tidak terkontrol, dibandingkan dengan penderita DM yang melakukan latihan jasmani dengan frekuensi cukup. Nilai 95% *Confidence Interval* dari *Odd Ratio* tersebut yaitu antara 1,05 hingga 62,61 menunjukkan bahwa risiko tersebut bermakna secara epidemiologi.

Perhitungan *Odd Ratio* pada kategori melakukan latihan jasmani dengan frekuensi kurang terhadap kategori melakukan latihan jasmani dengan frekuensi cukup menghasilkan nilai 0,29. Nilai *Odd Ratio* tersebut kurang dari satu, sehingga artinya adalah kebiasaan melakukan latihan jasmani dengan frekuensi kurang (satu hingga dua kali dalam seminggu) bukan merupakan faktor risiko untuk mempunyai rerata kadar glukosa darah acak yang tidak terkontrol. Nilai 95% *Confidence Interval*

dari *Odd Ratio* tersebut yaitu antara 0,01 sampai dengan 3,51 menunjukkan bahwa risiko tersebut tidak bermakna secara epidemiologi.

Uji statistika mencari hubungan durasi latihan jasmani dengan rerata kadar glukosa darah acak dengan menggunakan uji *Chi Square* tabel kontingensi 3×2 menghasilkan nilai *p value* sebesar 0,022. Nilai tersebut lebih kecil dari 0,05 (α), artinya ada hubungan antara durasi latihan jasmani dengan rerata kadar glukosa darah acak pada penderita DM.

Odd Ratio pada kategori tidak pernah melakukan latihan jasmani terhadap kategori melakukan latihan jasmani dengan durasi yang cukup adalah 9,00. Nilai tersebut berarti bahwa penderita DM yang tidak melakukan latihan jasmani sama sekali lebih berisiko sembilan kali untuk mempunyai rerata kadar glukosa darah acak yang tidak terkontrol, jika dibandingkan dengan penderita DM yang melakukan latihan jasmani dengan total durasi yang cukup (90 menit atau lebih). Nilai 95% *Confidence Interval* dari *Odd Ratio* tersebut antara 1,08 hingga 94,97 menunjukkan bahwa risiko tersebut bermakna secara epidemiologi.

Odd Ratio pada kategori melakukan latihan jasmani dengan durasi yang kurang terhadap kategori melakukan latihan jasmani dengan durasi yang cukup adalah 1. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perilaku melakukan latihan jasmani dengan durasi yang kurang bukan merupakan faktor risiko dan bukan merupakan faktor protektif bagi penderita DM untuk mempunyai rerata kadar glukosa darah acak yang tidak terkontrol. Nilai 95% *Confidence Interval* dari *Odd Ratio* tersebut antara 0,16 hingga 6,13, yang menunjukkan bahwa risiko tersebut tidak bermakna secara epidemiologi.

Uji statistika mencari hubungan intensitas latihan jasmani dengan rerata kadar glukosa darah acak dengan menggunakan uji *Chi Square* tabel kontingensi 3×2 menghasilkan nilai *p value* sebesar 0,021. Nilai tersebut lebih kecil dari 0,05 (α), artinya ada hubungan antara intensitas latihan jasmani dengan rerata kadar glukosa darah acak pada penderita DM.

Odd Ratio pada kategori tidak pernah melakukan latihan jasmani terhadap kategori melakukan latihan jasmani dengan intensitas cukup adalah 8,00. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penderita DM yang tidak melakukan latihan jasmani sama sekali lebih berisiko delapan kali untuk mempunyai rerata kadar glukosa darah acak yang tidak terkontrol, jika dibandingkan dengan penderita DM yang melakukan

latihan jasmani dengan intensitas yang cukup. Nilai 95% *Confidence Interval* dari *Odd Ratio* tersebut antara 0,94 hingga 85,82 menunjukkan bahwa risiko tersebut tidak bermakna secara epidemiologi.

Odd Ratio pada kategori melakukan latihan jasmani dengan intensitas kurang terhadap kategori melakukan latihan jasmani dengan intensitas cukup adalah 0,80. Nilai tersebut kurang dari satu, sehingga artinya adalah perilaku melakukan latihan jasmani dengan intensitas yang kurang bukan merupakan faktor risiko untuk mempunyai rerata kadar glukosa darah acak yang tidak terkontrol. Nilai 95% *Confidence Interval* dari *Odd Ratio* tersebut antara 0,13 hingga 4,90 menunjukkan bahwa risiko tersebut tidak bermakna secara epidemiologi.

PEMBAHASAN

Gambaran Karakteristik Responden

Rerata kadar GDA responden dalam penelitian ini digunakan untuk menentukan kelompok kasus dan kelompok kontrol, sehingga responden dengan rerata kadar GDA terkontrol (kurang dari 180 mg/dl) sama banyak dengan responden yang memiliki rerata kadar GDA tidak terkontrol (sama dengan atau lebih dari 180 mg/dl). Hasil analisis distribusi frekuensi rerata kadar GDA responden berdasarkan umur menunjukkan bahwa kategori umur antara 45–65 tahun merupakan kategori umur dengan responden terbanyak, artinya baik responden yang memiliki kadar GDA terkontrol maupun tidak terkontrol, penyakit DM memang paling banyak terjadi pada usia tersebut (Putri, 2015).

Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Frankilwati dkk. (2013) dan Wicaksono (2011) yang menyebutkan bahwa DM lebih banyak terdapat pada orang yang berusia di atas 45 tahun. Pernyataan tersebut dijelaskan dalam penelitian Sigal dkk. (2006), yaitu dengan meningkatnya usia, terdapat kecenderungan kemunduran pada massa otot dan mengarah pada menurunnya kapasitas fungsional, menurunnya *resting metabolic rate* dan meningkatkan resistansi insulin.

Pada kelompok umur 45–65 tahun, responden yang memiliki kadar glukosa darah terkontrol lebih banyak daripada yang tidak terkontrol, sebaliknya pada kelompok umur di atas 65 tahun, lebih banyak responden yang memiliki kadar glukosa darah tidak terkontrol. Penemuan ini sesuai dengan pernyataan dalam penelitian Inzucchi dkk. (2012), yaitu pada usia lanjut (di atas 65 tahun) lebih sering memiliki komplikasi dengan penyakit lain, sehingga lebih

banyak mendapat intervensi farmakologis dan berdampak pada kadar glukosa darah yang tinggi. Penderita DM dengan usia lanjut mengalami penurunan fungsi tubuh, yang terdiri dari penurunan produksi insulin, penurunan reseptor sel insulin dan terjadi resistensi terhadap insulin.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa responden berjenis kelamin perempuan lebih banyak daripada laki-laki, baik pada kategori kadar GDA terkontrol maupun tidak terkontrol. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian Frankilwati dkk. (2013) dan Indriyani dkk. (2007), yang juga menyebutkan bahwa pada usia 40–70 tahun, penyakit DM lebih banyak terjadi pada wanita.

Persentase responden berjenis kelamin laki-laki yang memiliki kadar GDA terkontrol lebih besar daripada responden laki-laki yang memiliki kadar GDA tidak terkontrol. Hal yang sebaliknya terjadi pada responden perempuan, yaitu persentase responden berjenis kelamin perempuan yang memiliki kadar GDA tidak terkontrol lebih besar daripada responden perempuan dengan kadar GDA terkontrol karena pada perempuan terjadi perubahan hormon dan enzim. Dijelaskan pada penelitian lain, hal tersebut juga dipicu oleh persentase timbunan lemak badan pada wanita yang lebih besar daripada laki-laki, sehingga dapat menurunkan sensitivitas kerja insulin yang ada pada otot dan hati (Indriyani dkk. 2007).

Latihan jasmani berfungsi untuk menjaga kebugaran tubuh, menurunkan berat badan dan memperbaiki sensitivitas insulin sehingga juga akan memperbaiki kendali kadar glukosa darah. Dalam praktek sehari-hari, hasil pengobatan DM harus dipantau secara terencana dengan melakukan anamnesis, pemeriksaan jasmani dan pemeriksaan penunjang. Pemeriksaan yang biasa dan harus selalu dilakukan adalah pemeriksaan kadar glukosa darah. Pengendalian DM yang baik merupakan sasaran terapi yang diperlukan untuk mencegah terjadinya komplikasi, baik akut maupun kronik (PB Perkeni, 2006).

Hubungan Frekuensi Latihan Jasmani dengan Rerata Kadar Glukosa Darah Acak

Hasil analisis distribusi frekuensi responden berdasarkan frekuensi latihan jasmani menunjukkan bahwa sebagian besar responden melakukan latihan jasmani dengan frekuensi cukup, yaitu tiga kali atau lebih dalam seminggu. Hasil tersebut juga menunjukkan bahwa kondisi kadar glukosa darah tidak terkontrol lebih banyak dialami oleh penderita

DM yang tidak melaksanakan latihan jasmani sama sekali dalam seminggu. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Frankilwati dkk. (2013), bahwa kadar glukosa darah penderita DM yang melakukan latihan jasmani dengan frekuensi cukup lebih stabil dan berada dalam batas aman. Kondisi tersebut disebabkan oleh efek jangka panjang latihan jasmani yang dapat bertahan selama satu sampai tiga hari.

Hasil uji *Chi Square* tabel kontingensi 3×2 , menunjukkan bahwa frekuensi latihan jasmani tidak berhubungan secara signifikan dengan rerata kadar glukosa darah acak pada penderita DM. Penyebab tidak berhubungannya frekuensi latihan jasmani dengan kadar glukosa darah acak penderita DM adalah karena dalam penelitian ini, didapatkan hasil bahwa proporsi responden yang melakukan latihan jasmani dengan frekuensi kurang dan proporsi responden yang melakukan latihan jasmani dengan frekuensi cukup baik dari kelompok kasus maupun kelompok kontrol tidak jauh berbeda. Bertentangan dengan hasil perhitungan tersebut, penelitian sebelumnya menyatakan bahwa ada keterkaitan antara frekuensi latihan jasmani dengan kadar glukosa darah pada penderita DM (Sigal dkk. 2006).

Latihan jasmani yang dilakukan sebanyak tiga kali dalam seminggu mempunyai efek pada peningkatan kerja insulin pada penderita DM, baik laki-laki maupun perempuan. Beberapa penelitian sebelumnya menjelaskan hal yang sama, yaitu latihan jasmani dengan frekuensi yang teratur dapat berefek pada kadar glukosa darah. Penelitian

Sigal dkk. (2006), menjelaskan bahwa idealnya latihan jasmani yang dilaksanakan sebanyak tiga kali dalam seminggu dengan waktu 30 menit dalam sekali melakukan latihan jasmani memiliki efek yang baik bagi sensitivitas insulin.

Latihan jasmani dapat menurunkan kadar glukosa darah melalui peningkatan insulin yang dapat melancarkan transportasi glukosa ke otot yang sedang bekerja. Tubuh yang bergerak aktif ketika melakukan latihan jasmani dapat meningkatkan proses translokasi *Glucose Transporter 4* (GLUT 4) ke permukaan sel otot. Kontraksi otot meningkatkan AMP/ATP dan rasio *creatinine/phosphocreatinine*, yang secara cepat akan mengaktifkan *Adenosine Monophosphate Protein Kinase* (AMPK) yang merupakan mediator kunci pada oksidasi asam lemak dan transpor glukosa di dalam sel mamalia (Feo dkk., 2007).

Selama proses kontraksi otot, AMPK menyebabkan terjadinya translokasi GLUT 4 pada insulin bebas maupun insulin terikat. Pada DM tipe 2, latihan jasmani dapat meningkatkan *insulin stimulated non oxidative glucose disposal* dan memungkinkan untuk mengaktifasi sintesis glikogen. Efek menguntungkan dari latihan jasmani pada sensitivitas insulin merupakan hasil akhir dari efek spesifik latihan jasmani pada konten GLUT 4, kapasitas oksidasi dan kepadatan otot skeletal. Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa insulin bebas yang dipengaruhi oleh latihan jasmani tersebut dihasilkan oleh penambahan *endothelial* dan produksi *nitric oxide* oleh otot. Oleh karena produksi *Nitric oxide* yang tidak seimbang sering menjadi penyulit bagi DM tipe 2, latihan jasmani dapat dimanfaatkan dalam meningkatkan sensitivitas insulin dan disfungsi *endothelial* (Feo dkk., 2007).

Frekuensi latihan jasmani secara teratur yang dimaksud adalah sebanyak tiga kali dalam seminggu, tanpa ada jarak dua hari tidak melakukan latihan jasmani sama sekali. Hal tersebut disebabkan oleh efek yang diperoleh setelah satu kali melakukan latihan jasmani, yaitu meningkatkan sensitivitas insulin, tetapi hanya dalam waktu 24 sampai 72 jam (Colberg dkk., 2010). Sehingga penting bagi penderita DM untuk melakukan latihan jasmani setiap dua hari sekali, untuk mempertahankan kerja insulin sehingga kadar glukosa darah dapat tetap stabil. Penderita DM juga sebaiknya menambah aktivitas fisik yang banyak bergerak dan mengurangi aktivitas yang tidak terlalu banyak bergerak seperti menonton televisi (PB Perkeni, 2006).

Hubungan Durasi Latihan Jasmani dengan Rerata Kadar Glukosa Darah Acak

Distribusi frekuensi responden berdasarkan durasi latihan jasmani menunjukkan bahwa pada keseluruhan responden, responden yang tidak melakukan latihan jasmani dan responden yang melakukan latihan jasmani dengan durasi yang kurang dalam seminggu lebih banyak daripada responden yang melakukan latihan jasmani dengan durasi cukup dalam seminggu. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Putri dan Isfandiari (2013), yang menemukan bahwa lebih banyak penderita DM yang melakukan olahraga kurang dari 90 menit dalam seminggu.

Feo dkk. (2007), menemukan bahwa orang dewasa yang menderita diabetes memiliki aktivitas fisik yang berbeda dengan orang dewasa pada umumnya. Hanya 23% dari penderita DM tipe 2

usia lanjut yang tercatat melakukan latihan jasmani selama lebih dari 60 menit dalam seminggu.

Kurangnya durasi latihan jasmani yang ditemukan pada responden disebabkan oleh data karakteristik penderita DM yang terpilih menjadi responden yang memiliki rata-rata usia 61 tahun. Usia tersebut termasuk dalam kategori lanjut usia, yang pada beberapa orang cukup dapat menghambat keeluasaan pergerakan tubuh jika dibandingkan dengan usia produktif. Beberapa responden menyebutkan alasan kurangnya durasi latihan jasmani mereka adalah karena pada usia lanjut tersebut memang tidak mudah untuk melakukan latihan jasmani dalam waktu yang cukup lama.

Hasil uji *Chi Square* tabel kontingensi 3×2 , menunjukkan bahwa durasi latihan jasmani berhubungan dengan rerata kadar glukosa darah acak pada penderita DM. Colberg, dkk. (2010) mendukung hasil penelitian ini dengan pernyataan bahwa efek latihan jasmani akan sama asalkan latihan jasmani tersebut dilaksanakan dengan total durasi waktu yang sama, yaitu 90 menit dalam seminggu.

Beberapa penelitian observasional yang dilaksanakan sebelumnya menyebutkan bahwa latihan jasmani dengan total durasi sekitar 150 menit dalam seminggu bahkan berhubungan dengan menurunnya angka morbiditas dan mortalitas di semua populasi, bukan hanya khusus untuk penderita DM (Colberg dkk., 2010). Sigal dkk. (2006) menyebutkan bahwa seharusnya latihan jasmani yang dilaksanakan sebanyak minimal tiga kali dalam seminggu dengan durasi minimal 30 menit dalam sekali melakukan latihan jasmani memiliki efek yang baik bagi sensitivitas insulin. Penderita DM juga sebaiknya menambah durasi aktivitas fisik atau pekerjaan yang banyak bergerak seperti melakukan pekerjaan rumah dan mengurangi aktivitas yang tidak terlalu banyak bergerak seperti menonton televisi.

Hubungan Intensitas Latihan Jasmani dengan Rerata Kadar Glukosa Darah Acak

Intensitas latihan jasmani adalah kualitas latihan jasmani, yang dalam penelitian ini merupakan kombinasi antara frekuensi dan durasi latihan jasmani. Idealnya, dalam satu minggu penderita DM melakukan latihan jasmani minimal 90 menit dalam tiga kali latihan jasmani selama seminggu. Analisis distribusi frekuensi responden berdasarkan intensitas latihan jasmani menunjukkan bahwa pada keseluruhan responden, penderita DM yang

melakukan latihan jasmani dengan intensitas yang kurang lebih banyak daripada penderita DM yang melakukan latihan jasmani dengan intensitas yang cukup.

Hasil tersebut didukung oleh pernyataan Sigal dkk. (2006), yaitu sebagian besar penderita DM tipe 2 tidak melakukan latihan jasmani dengan intensitas yang cukup. Bertentangan dengan itu, Frankilwati dkk. (2013) justru menemukan bahwa sebagian besar penderita DM melakukan latihan jasmani minimal 90 menit dalam tiga kali latihan jasmani selama seminggu. Hasil yang diperoleh penelitian ini muncul karena data yang ditemukan di lapangan, yang menyebutkan bahwa penderita

DM yang terpilih menjadi responden penelitian memiliki rata-rata umur 61 tahun, sehingga kurang mampu jika berolahraga dalam waktu yang cukup lama dan intensitas yang tinggi (Putri, 2015).

Uji *Chi Square* tabel kontingensi 3×2 , memperoleh hasil bahwa intensitas latihan jasmani berhubungan dengan rerata kadar glukosa darah acak pada penderita DM. Data yang diperoleh saat penelitian menunjukkan bahwa baik pada kelompok kasus maupun kelompok kontrol, responden yang termasuk dalam kategori intensitas latihan kurang lebih banyak daripada intensitas yang cukup. Hasil penelitian ini sesuai dengan pernyataan dalam penelitian Colberg dkk. (2010), yaitu latihan jasmani yang dilaksanakan oleh penderita DM selama 10 minggu dengan durasi yang cukup dapat menurunkan kadar glukosa darah secara signifikan.

Latihan jasmani dengan intensitas cukup dapat mengontrol kadar glukosa darah secara efektif (Colberg dkk., 2010). Sigal dkk. (2006) menjelaskan bahwa penderita DM cukup melakukan olahraga sebanyak tiga kali dengan durasi yang cukup yaitu minimal 30 menit dalam sekali berolahraga. Efek dalam sekali berolahraga selama kurang lebih 30 menit dapat meningkatkan efektivitas insulin selama 24–72 jam. Efek jangka pendek yang hanya bertahan kurang dari 72 jam tersebut menjadi acuan dari rekomendasi latihan jasmani yang seharusnya dilakukan satu kali dalam jangka waktu dua hari, sehingga sensitivitas insulin tetap stabil dan kerja insulin yang baik dapat menyebabkan kadar glukosa darah penderita DM tetap pada batas normal.

Gambaran Jenis Latihan Jasmani

Hasil distribusi frekuensi responden berdasarkan jenis latihan jasmani menghasilkan bahwa jenis latihan jasmani yang paling banyak dipilih oleh penderita DM sebagai kebiasaan

setiap minggu adalah jalan kaki. Hasil penelitian ini juga disebabkan oleh rata-rata responden yang berusia lanjut, sehingga jalan kaki dipilih sebagai kebiasaan setiap minggu, bahkan setiap hari. Penderita DM yang memilih untuk berjalan kaki disebabkan oleh beberapa alasan, yaitu karena jalan kaki lebih mudah untuk dilakukan dan tidak terlalu berbahaya, khususnya bagi penderita DM usia lanjut yang memiliki komplikasi penyakit lain seperti hipertensi dan penyakit jantung. Seluruh penderita DM yang menjadi responden dalam penelitian ini dan melakukan jalan kaki sebagai kebiasaan latihan jasmaninya menyatakan bahwa jalan kaki biasa dilakukan pada pagi hari (Putri, 2015).

Hasil penelitian ini yang menyebutkan bahwa jalan kaki lebih dipilih sebagai latihan jasmani yang dilaksanakan setiap minggu sesuai dengan pernyataan yang terdapat dalam penelitian Sigal dkk. (2006), yaitu sebagian besar penderita DM tipe 2 tidak memilih olahraga dengan intensitas tinggi. Sejalan dengan pernyataan tersebut, penelitian Colberg dkk. (2010) menemukan bahwa sebagian besar penderita DM memang tidak memiliki kapasitas atau kemampuan yang cukup untuk menjalani latihan jasmani aerobik dengan intensitas tinggi seperti *jogging* dengan kecepatan 9,6 km/jam.

Latihan jasmani yang dilakukan responden penelitian ini selain jalan kaki adalah senam, bersepeda dan *jogging*. Semua responden yang memilih senam merupakan responden lansia dan jenis senam yang biasa dilakukan adalah senam lansia yang dilaksanakan secara teratur di sekitar tempat tinggal mereka, bukan spesifik pada jenis senam diabetes. Seluruh responden dalam penelitian ini, yang rata-rata berumur 61 tahun, hanya melaksanakan satu jenis latihan jasmani selama tiga bulan terakhir. Pernyataan dalam penelitian Colberg dkk. (2010), beberapa penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa apabila penderita DM melakukan kombinasi dari lebih dari satu jenis olahraga, maka peningkatan kontrol kadar glukosa darah akan lebih efektif.

Melakukan aktivitas fisik yang berjenis aerobik merupakan cara yang efektif baik untuk pencegahan maupun terapi bagi penderita DM tipe 2 agar tetap sehat (Feo, 2007). Hu dkk. (2004) menjelaskan bahwa aktivitas fisik level moderat seperti jalan kaki dengan kecepatan sedang (4 km/jam) secara teratur atau bersepeda selama 30 menit dapat mengurangi risiko sakit pada penderita DM tipe 2. Sejalan dengan penelitian tersebut, Jeon dkk. (2007)

menyebutkan bahwa dengan berjalan kaki seperti biasa secara teratur dapat mengurangi risiko sakit pada penderita DM tipe 2.

Latihan jasmani yang dilaksanakan secara teratur selama kurang lebih 30 menit dengan frekuensi tiga sampai dengan empat kali dalam seminggu merupakan salah satu pilar dalam pengelolaan DM Tipe 2 (PB Perkeni, 2006). Latihan jasmani dapat secara langsung meningkatkan sensitivitas insulin dan dampaknya juga terjadi dalam jangka pendek maupun jangka panjang, menurunkan kadar glukosa darah, mengurangi jumlah lemak dalam tubuh dan meningkatkan fungsi kardiovaskular. Latihan jasmani sesuai anjuran dapat mengurangi risiko perkembangan penyakit diabetes sebesar 40% (IDF, 2014).

Latihan jasmani yang dianjurkan untuk penderita DM adalah latihan jasmani yang bersifat aerobik, seperti jalan kaki dengan kecepatan sedang, bersepeda santai, jogging dan berenang. Program latihan fisik perlu disesuaikan dengan umur, kondisi sosial ekonomi, budaya dan status fisik setiap penderita DM, misalnya Indeks Massa Tubuh (IMT) dan komplikasi penyakit lain (PB Perkeni, 2006).

Penderita DM sebaiknya menambah aktivitas fisik yang banyak bergerak dan mengurangi aktivitas yang tidak terlalu banyak bergerak seperti menonton televisi (PB Perkeni, 2006). Perhatian juga perlu diberikan pada *hazard* potensial yang mungkin timbul saat melakukan latihan jasmani, seperti dehidrasi dan bahaya fisik lainnya. Selain itu, perlakuan dan perawatan khusus untuk kaki juga harus diperhatikan karena penderita DM merupakan kelompok yang berisiko tinggi menderita infeksi pada kaki.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Hasil uji *Chi Square* tabel kontingensi 3×2 , durasi dan intensitas latihan jasmani berhubungan dengan rerata kadar glukosa darah acak pada penderita DM di Puskesmas Pacar Keling Surabaya. Perhitungan *Odd Ratio* menunjukkan bahwa latihan jasmani yang tidak dilakukan sama sekali dalam seminggu merupakan faktor risiko bagi penderita DM untuk mempunyai rerata kadar glukosa darah acak yang tidak terkontrol. Latihan jasmani yang dilakukan dengan frekuensi, total durasi dan intensitas yang kurang bukan merupakan faktor risiko bagi penderita DM untuk mempunyai rerata kadar glukosa darah acak yang tidak terkontrol.

Saran

Upaya penderita DM untuk mempertahankan kadar glukosa darah agar tetap terkontrol selain menjaga perilaku konsumsi dan kepatuhan berobat adalah melakukan latihan jasmani minimal sebanyak tiga kali dalam seminggu dengan durasi minimal tiga puluh menit setiap melaksanakan latihan jasmani. Petugas kesehatan juga perlu memberikan anjuran latihan jasmani pada setiap penderita DM yang disesuaikan dengan umur, Indeks Massa Tubuh (IMT) dan komplikasi penyakit yang diderita untuk menghindari adanya aktivitas tubuh yang berlebihan dan membahayakan kesehatan penderita DM tersebut.

REFERENSI

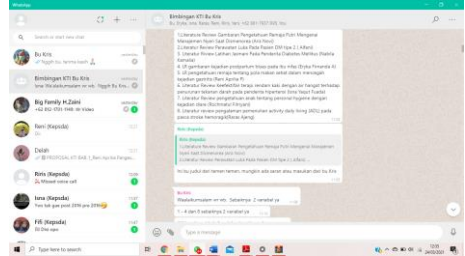
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. 2013. *Riset Kesehatan Dasar*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- CDC. 2014. *Centers for Disease Control and Prevention*. Centers for Disease Control and Prevention Available at: http://www.cdc.gov/diabetes/pubs/pdf/kidney_factsheet.pdf (Diakses pada 3 Januari 2015).
- Colberg, S.R., Sigal, R.J. & Fernhall, B. 2010. Exercise and Type 2 Diabetes. *Diabetes Care Journals*, 33(12), p.e147.
- Depkes RI. 2008. *Pedoman Pengendalian Diabetes Melitus dan Penyakit Metabolik*. Jakarta.
- Dinas Kesehatan Kota Surabaya. 2012. *Profil Kota Surabaya*. Surabaya: Pemerintah Kota Surabaya.
- Feo, P.D., Loreto, C.D., Ranchelli, A. & Fatone, C. 2007. Exercise and Diabetes. *Acta Biomed*, 77(1), pp. 14–17.
- Frankilwati, D.A.M., Sudaryanto, A. & Setiyadi, N.A., 2013. Hubungan antara Pola Makan, Genetik, dan Kebiasaan Olahraga terhadap Kejadian Diabetes Melitus Tipe II di Wilayah Kerja Puskesmas Nusukan, Banjarsari. *Skripsi*. Kartasura: UMS.
- Hu, G., Lindstrom, J. & Valle, T.T. 2004. Physical Activity, Body Mass Index, and Risk of Type 2 Diabetes in Patients With Normal or Impaired Glucose Regulation. *Arch Intern Med*, 164, pp. 892–96.
- Indriyani, P., Supriyatno, H. & Santoso, A. 2007. Pengaruh Latihan Fisik, Senam Aerobik, terhadap Penurunan Kadar Gula Darah pada Penderita DM Tipe 2 di Wilayah Puskesmas Bukateja Purbalingga. *Media Ners*, 1(2), pp. 49–99.
- IDF. 2013. *IDF Diabetes Atlas*. 6th ed. Online Version.
- IDF. 2014. *Complications of Diabetes*. Available at: <http://www.idf.org/complications-diabetes> (Diakses pada 3 Januari 2015).
- Inzucchi, S.E., Bergenstal, R.M. & Buse, J.B. 2012. Management of Hyperglycemia in Type 2 Diabetes: A Patient-Centered Approach. *Diabetes Care Journals*, 35, pp. 1364–79.
- Jeon, C.Y., Lokken, R.P., Hu, F.B. & Dam, R.M.V. 2007. Physical Activity of Moderate Intensity and Risk of Type 2 Diabetes. *Diabetes Care Journals*, 30, pp. 744–52.
- Kuntoro, H. 2010. *Metode Sampling dan Penentuan Besar Sampel*. Revisi ed. Surabaya: Pustaka Melati.
- Lemeshow, S., Jr, D.W.H., Klar, J. & Lwanga, S.K. 1990. *Adequacy of Sample Size in Health Studies*. New York: World Health Organization.
- PB Perkeni. 2006. *Konsensus Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 di Indonesia*. Jakarta.
- Putri, E.L. 2015. Hubungan Frekuensi, Durasi, dan Intensitas Latihan Jasmani dengan Rerata Kadar Glukosa Darah Acak Penderita DM (Studi di Puskesmas Pacar Keling Kota Surabaya Tahun 2015). *Skripsi*. Surabaya: Universitas Airlangga.
- Putri, N.H.K. dan Isfandiari, M.A. 2013. Hubungan Empat Pilar Pengendalian DM Tipe 2 dengan Rerata Kadar Gula Darah. *Jurnal Berkala Epidemiologi*, 1(2), pp. 234–43.
- Sigal, R.J., Kenny, G.P. & Wasserman, D.H. 2006. Physical Activity/Exercise and Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*, XXIX(6), pp. 1433–38.
- Utomo, A.Y.S. 2011. Hubungan antara 4 Pilar Pengelolaan Diabetes dengan Keberhasilan Pengelolaan Diabetes Melitus Tipe 2. *Skripsi*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Wicaksono, R.P. 2011. Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Diabetes Melitus Tipe 2 (Studi Kasus di Poliklinik Penyakit Dalam Rumah Sakit Dr. Kariadi). *Skripsi*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- WHO. 2014. *Noncommunicable Diseases*. Available at: http://www.who.int/topics/noncommunicable_diseases/en/ (Diakses pada 3 Januari 2015).
- Wulandari, O. 2013. Perbedaan Kejadian Komplikasi Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 Menurut Gula Darah Acak. *Skripsi*. Surabaya: Universitas Airlangga.

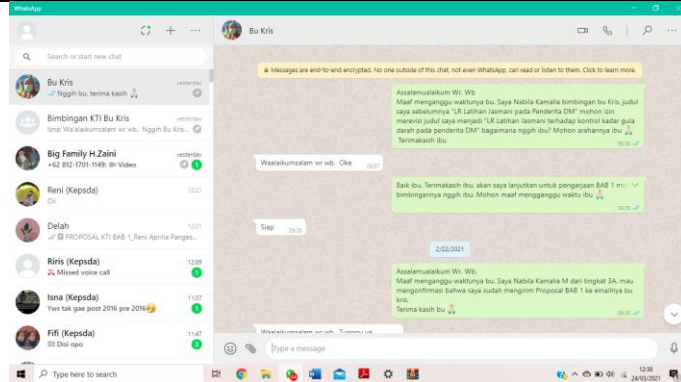
Lampiran 6 Lembar Bimbingan KTI Online

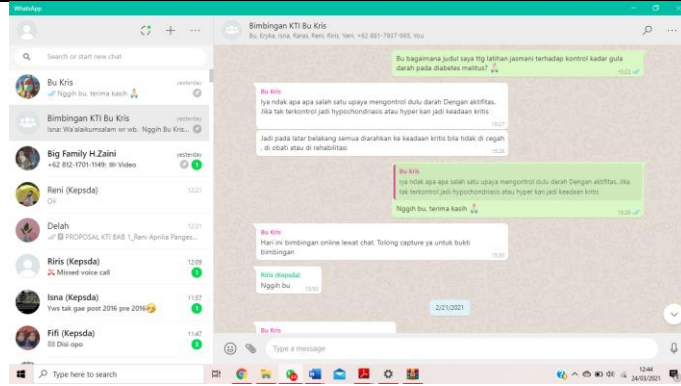
KARYA TULIS ILMIAH

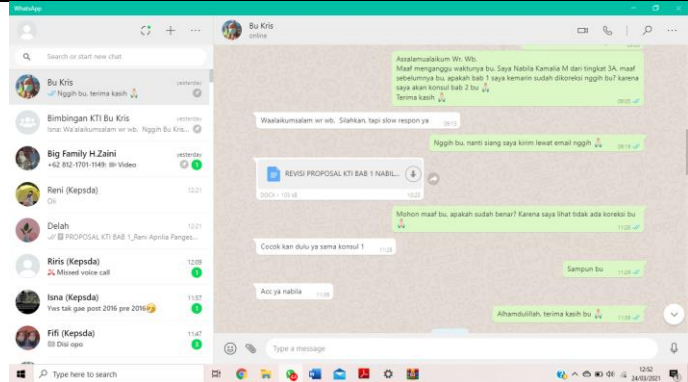
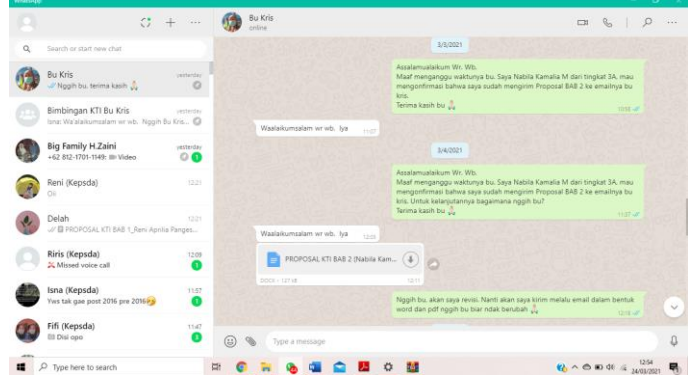
LITERATURE REVIEW TENTANG LATIHAN JASMANI (INTENSITAS
SEDANG) TERHADAP KONTROL KADAR GULA DARAH
PADA PENDERITA DIABETES MELITUS

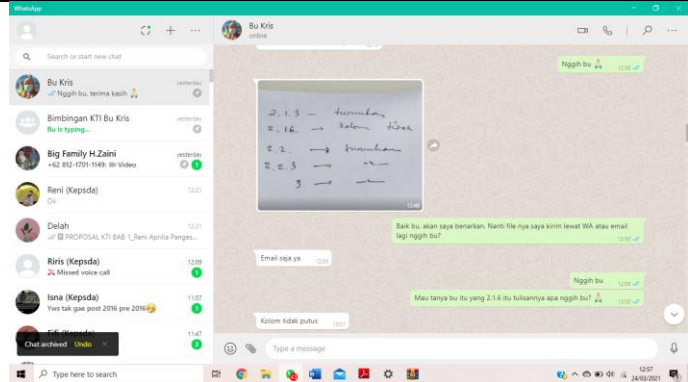
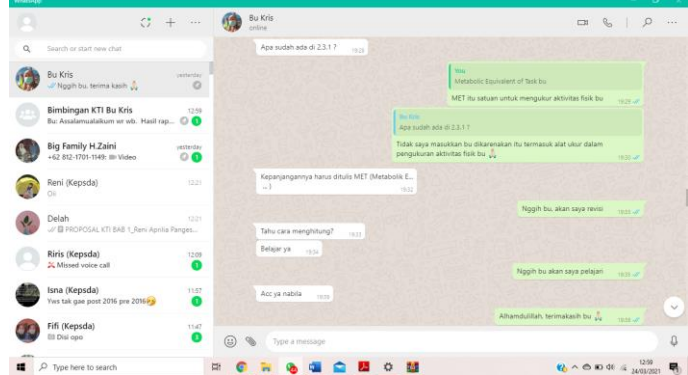
Nama : Nabila Kamalia Mustofa
NIM : P27820418030
Kelas : 3A
Dosen Pembimbing : Krisnawati, A.Per.Pen., M.M.Kes

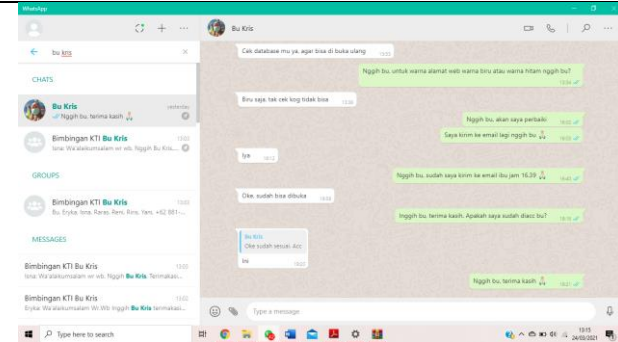
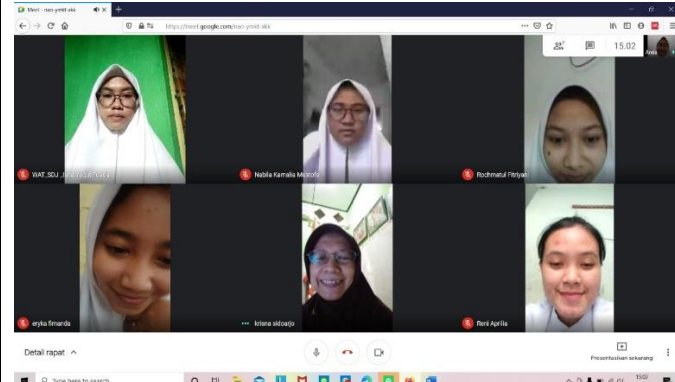
Bimbingan Ke	Tanggal Bimbingan	Materi	Revisi / Masukkan Pembimbing	Upload Foto	TTD Pembimbing
1.	15/02/2021	Pengajuan judul	Judul sebaiknya mengandung variabel 2		

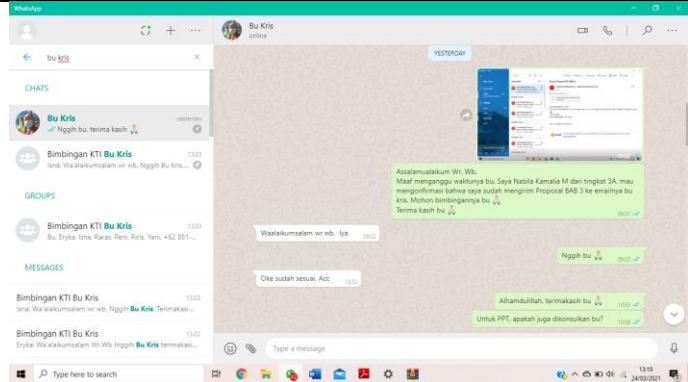
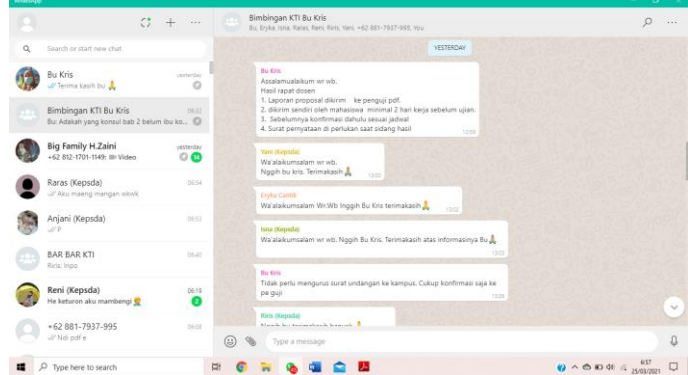
Bimbingan Ke	Tanggal Bimbingan	Materi	Revisi / Masukkan Pembimbing	Upload Foto	TTD Pembimbing
2.	16/02/2021	Konsul Revisi judul	ACC Judul dan lanjut bab 1		
3.	18/02/2021	Bimbingan BAB 1	Mencari jurnal nasional maupun internasional sebanyak-banyaknya		

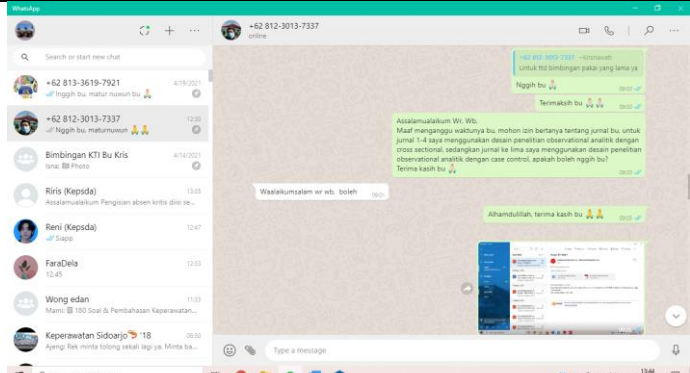
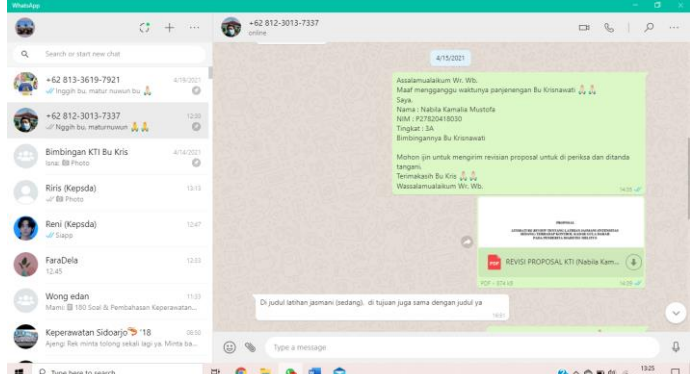
Bimbingan Ke	Tanggal Bimbingan	Materi	Revisi / Masukkan Pembimbing	Upload Foto	TTD Pembimbing
4.	19/02/2021	Pemantapan judul untuk mengarah ke intensive care	Pada latar belakang ditambahkan masalah yang mengarah ke intensive care, pada penderita diabetes melitus maka dilakukan pencegahan agar tidak terjadi keadaan kritis		
5.	22/02/2021	Konsul BAB 1 (meet)	- Judul menggunakan spasi 1 - Penulisan BAB 1 menggunakan angka arab - Antar alinea harus saling berhubungan - Tujuan khusus ditambahkan tujuan kontrol kadar gula darah - Daftar pustaka menggunakan spasi 1		

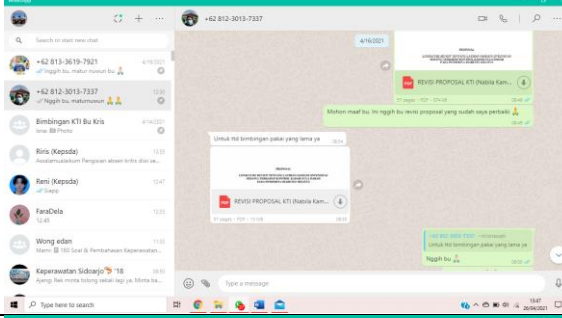
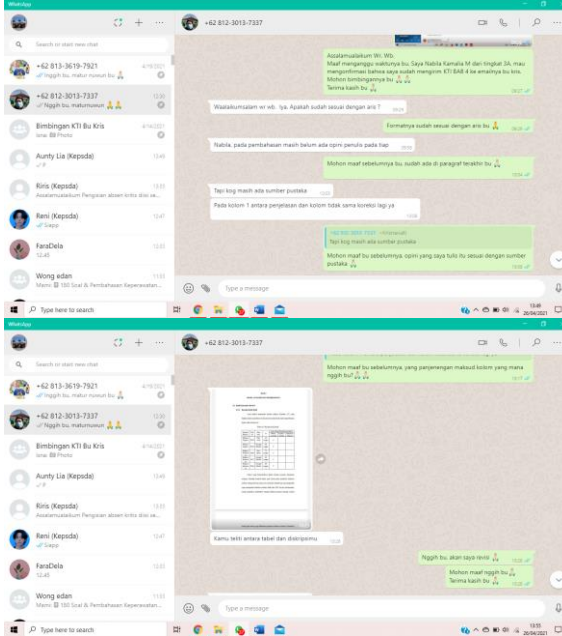
Bimbingan Ke	Tanggal Bimbingan	Materi	Revisi / Masukkan Pembimbing	Upload Foto	TTD Pembimbing
6.	26/02/2021	Konsul Revisi Proposal BAB 1	ACC BAB 1 dan lanjut ke BAB 2		
7.	03/03/2021	Konsul Proposal BAB 2	1. Ditambahkan pendapat penulis mengenai pengertian DM 2. Perhatikan spasi		

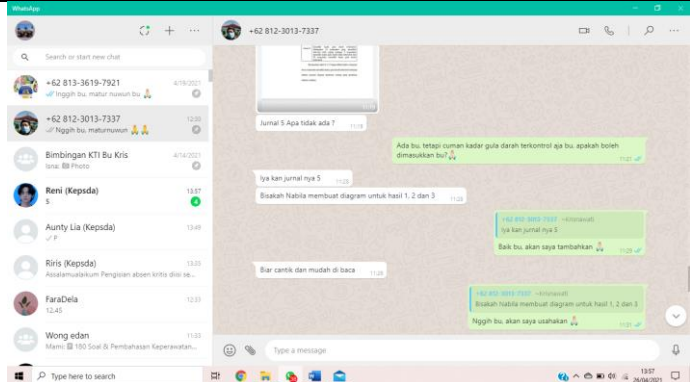
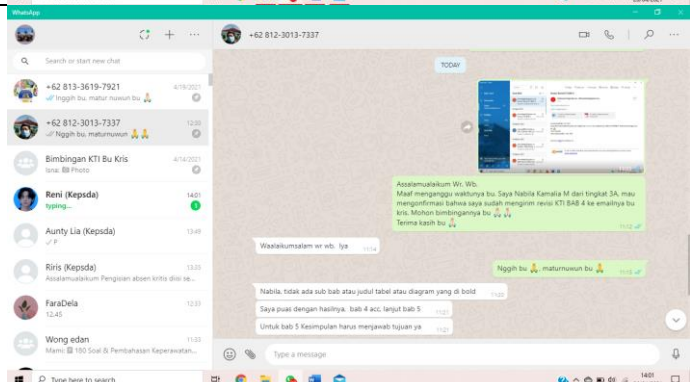
Bimbingan Ke	Tanggal Bimbingan	Materi	Revisi / Masukkan Pembimbing	Upload Foto	TTD Pembimbing
8.	08/03/2021	Konsul Revisi Proposal BAB 2	Perhatikan spasi		
9.	10/03/2021	Konsul Revisi Proposal BAB 2	1. Mempelajari tentang MET (Metabolic Equivalent of Task) dan penghitungan IPAQ 2. ACC BAB 2		

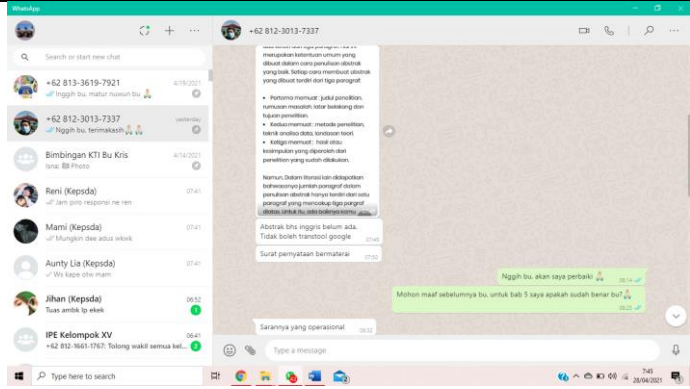
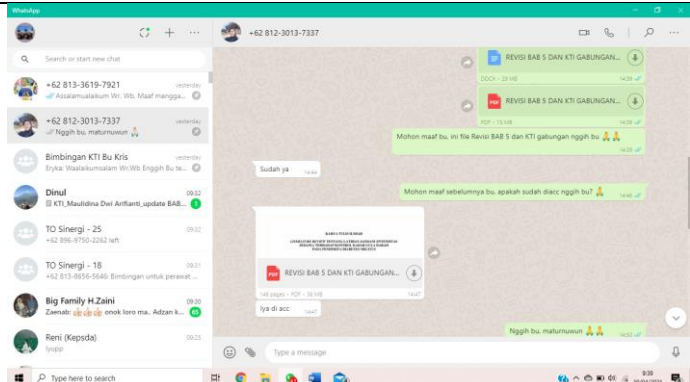
Bimbingan Ke	Tanggal Bimbingan	Materi	Revisi / Masukkan Pembimbing	Upload Foto	TTD Pembimbing
10.	23/03/2021	Konsul Proposal BAB 3 dan Bimbingan BAB 3 (meet)	1. Memberi warna biru pada alamat website 2. Bimbingan BAB 3 ditambahkan paragraf di atas tabel hasil pencarian literature, 3.3 hasil pencarian literature dan studi seleksi, 3.4 daftar artikel pencarian	 	

Bimbingan Ke	Tanggal Bimbingan	Materi	Revisi / Masukkan Pembimbing	Upload Foto	TTD Pembimbing
11.	23/03/2021	Konsul Revisi BAB 3	ACC BAB 3		
12.	24/03/2021	Konsul File Proposal Gabungan	ACC Proposal Gabungan		

Bimbingan Ke	Tanggal Bimbingan	Materi	Revisi / Masukkan Pembimbing	Upload Foto	TTD Pembimbing
13.	15/4/2021	Konsul Jurnal	Acc jurnal		
14.	16/4/2021	Konsul Revisi Proposal KTI	Di judul latihan jasmani (sedang), di tujuan juga sama dengan judul		

Bimbingan Ke	Tanggal Bimbingan	Materi	Revisi / Masukkan Pembimbing	Upload Foto	TTD Pembimbing
15.	16/4/2021	Konsul Revisi Proposal KTI	ACC revisi proposal KTI		
16.	22/4/2021	Konsul KTI BAB 4	1. Pada pembahasan masih belum ada opini penulis di setiap paragraph 2. Pada tabel 4.1 antara tabel dan penjelasan tidak sama 3. Menambahkan diagram pada hasil 1,2 dan 3		

Bimbingan Ke	Tanggal Bimbingan	Materi	Revisi / Masukkan Pembimbing	Upload Foto	TTD Pembimbing
					
17.	26/4/2021	Konsul revisi KTI BAB 4	ACC KTI Bab 4		

Bimbingan Ke	Tanggal Bimbingan	Materi	Revisi / Masukkan Pembimbing	Upload Foto	TTD Pembimbing
18.	27/4/2021	Konsul BAB 5 dan File Gabungan	1. Menambahkan saran yang operasional 2. Memperbaiki penulisan abstrak 3. Menambahkan abstrak dalam Bahasa Inggris 4. Memberi materai pada surat pernyataan		
19.	28/4/2021	Konsul Revisi BAB 5 dan File Gabungan	ACC BAB 5 dan File KTI Gabungan		

Lampiran 7 Catatan Perbaikan Seminar Proposal KTI

Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya
 Program Studi D3 Keperawatan Sidoarjo
 Jl. Pahlawan No. 173A
 Sidoarjo

Catatan Perbaikan Seminar Proposal KTI
 Prodi D3 Keperawatan Sidoarjo
 Tahun Akademik : 2020/2021

Nama : Nabila Kamalia Mustofa
 NIM : P27820418030
 Judul KTI : *Literature Review* Tentang Latihan Jasmani (Intensitas Sedang) Terhadap Kontrol Kadar Gula Darah Pada Penderita Diabetes Melitus

No.	Revisi	Tanda Tangan Penguji
1.	Dr. Yessy Dessy Arna, M.Kep., Sp.Kom Saran : a. Latihan jasmani yang diambil lebih dispesifikkan lagi b. Pada tujuan umum diganti menjadi mengidentifikasi <i>literature review</i> untuk mengetahui latihan jasmani yang dapat mengontrol kadar gula darah pada penderita diabetes melitus c. Pada tujuan khusus masih mengarah ke penelitian dan harus dirubah ke <i>literature review</i> menambahkan kalimat awalan mengidentifikasi <i>literature review</i> d. Pada BAB 2 Tinjauan Teori lebih dispesifikkan lagi, tidak perlu semua teori dimasukkan e. Pada BAB 3 tabel kriteria inklusi ditambahkan latihan jasmani dengsn intensitas sedang f. Jurnal harus terindeks, tidak hanya ber-ISSN g. Pada database, jurnal diberikan keterangan terindeksnya h. Mencari 1 jurnal tentang latihan jasmani dengan intensitas sedang i. Menambahkan kata “intensitas sedang” pada judul KTI j. Penulisan tabel ditata dengan rapi	
2.	Loetfia Dwi Rahariyani, S.Kp., M.Si Saran : a. Pada penulisan judul diganti, boleh <i>Literature Review</i> saja atau Studi Literature, tidak boleh keduanya b. Pada rumusan masalah ditambahkan “berdasarkan <i>literature review</i>”	

No.	Revisi	Tanda Tangan Penguji
	c. Pada BAB 3 terutama diagram flow ditelaah lagi karena n tidak sampai 558 d. Latihan jasmani yang diambil lebih dispesifikkan lagi	
3.	Krisnawati A.Per.Pen.MMKes Saran : a. Latihan jasmani yang diambil lebih dispesifikkan lagi	

Mengetahui,
Pembimbing Utama KTI



(Krisnawati, A.Per.Pen., MM.Kes)

NIP: 19560807 198103 2001

Lampiran 8 Catatan Perbaikan KTI

Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya
Program Studi D3 Keperawatan Sidoarjo
Jl. Pahlawan No. 173A
Sidoarjo

Catatan Perbaikan KTI
Prodi D3 Keperawatan Sidoarjo
Tahun Akademik : 2020/2021

Nama : Nabila Kamalia Mustofa
NIM : P27820418030
Judul KTI : *Literature Review* Tentang Latihan Jasmani (Intensitas Sedang) Terhadap Kontrol Kadar Gula Darah Pada Penderita Diabetes Melitus

No.	Revisi	Tanda Tangan Penguji
1.	Dr. Yessy Dessy Arna, M.Kep., Sp.Kom Masukan : - Pada abstrak ukuran font 11, <i>times new roman</i>, dengan 1 spasi, jumlah kata pada abstrak maksimal 250 kata. - Terdapat 3 kata kunci. - Abstrak mengandung IMRAD (<i>Introduction, Method, Result dan Analysis, Discussion</i>). - Pada abstrak bagian <i>method</i> atau metode ditambahkan total jurnal yang dipakai, indeksing jurnal, tahun terbit jurnal, desain, metode, populasi, serta analisis yang digunakan dalam 5 jurnal. - Pada abstrak bagian <i>result</i> atau hasil ditambahkan bagaimana jenis, frekuensi dan kadar gula darah memberikan pengaruh atau tidak dari kelima jurnal. - Pada abstrak bagian <i>analysis</i> atau analisis, ditambahkan P-Value = 0,000-0,021, mengatakan bagaimana. - Pada abstrak bagian <i>discussion</i> atau kesimpulan berisikan pengaruh latihan jasmani dengan intensitas sedang memberikan efek atau tidak terhadap kadar gula darah penderita diabetes melitus. - Pada penutup bagian kesimpulan menjelaskan tujuan khusus secara <i>to the point</i>. - Pada penutup ditambahkan <i>conflic of interest</i>, ditaruh setelahnya saran, tidak ikut penomoran.	

No.	Revisi	Tanda Tangan Penguji
2.	Loetfia Dwi Rahariyani, S.Kp., M.Si Masukan : a. Pada bagian abstrak di cek kembali. b. Pada bab 4 hasil dan analisis, bab 5 pembahasan dan bab 6 penutup, dibuat sesuai pedoman dari kampus. c. Pada bab 6 bagian saran mengandung saran yang operasional.	

Mengetahui,
Pembimbing Utama KTI



(Krisnawati, A.Per.Pen., MM.Kes)

NIP: 19560807 198103 2001