

Pengaruh Konsumsi Seduhan Teh Hijau (*Camellia Sinensis*) terhadap Kadar Glukosa Darah dan Kolesterol Penderita Diabetes Melitus

Ike Meiwati¹, Dwi Novitasari², Madyo Maryoto³

¹Program Studi Keperawatan Program Sarjana, Fakultas Kesehatan, Universitas Harapan Bangsa

²Program Studi Keperawatan Anestesiologi Program Sarjana Terapan, Fakultas Kesehatan, Universitas Harapan Bangsa

³Program Studi Keperawatan Program Diploma Tiga, Fakultas Kesehatan, Universitas Harapan Bangsa

²dwinovitasari@uhb.ac.id

ABSTRACT

Hyperglycaemia is a classic symptom of Type 2 Diabetes Mellitus (DMT2). It is estimated that people with diabetes in Indonesia will reach 21.3 million people in 2030. The hyperglycaemia will trigger other metabolic disease conditions such as hypercholesterolemia. Green tea containing polyphenols as anti-oxidants will reduce free radicals, inhibit cholesterol oxidation, and lower blood glucose. This study aims to determine the effect of consumption of steeped green tea on blood glucose and cholesterol levels in patients with T2DM at Pangkah Health Center. This study used a pre-experimental method. The populations of this study were Prolanis participants with DMT2 at Pangkah Health Center. The sampling technique used purposive sampling with a minimum pre-experimental sample of 15 respondents. Data analysis used the T-test and Wilcoxon test. Participant's blood glucose levels after being given steeping green tea were in the low category of 1 participant (6.7%); while 13 participants (86.7%) were in the normal category, and the high category is 1 participant (6.7%). Participant's cholesterol levels after being given green tea; low category 2 participants (13.3%); while 13 participants (86.7%) were normal. There is an effect of steeped green tea consumption on blood glucose and cholesterol levels with the results of the t-test p-value of 0.000 and the results of the Wilcoxon signed p-value of 0.001.

Keywords: Diabetes Mellitus, Blood Glucose, Cholesterol, Green Tea

ABSTRAK

Hiperglikemia merupakan gejala klasik Diabetes Melitus Tipe 2 (DMT2). Diperkirakan penderita diabetes di Indonesia mencapai 21,3 juta orang tahun 2030. Hiperglikemia akan memicu kondisi penyakit metabolik lainnya seperti hiperkolesterolemia. Teh hijau dengan kandungan polifenol sebagai anti oksidan akan menurunkan radikal bebas, menghambat oksidasi kolesterol, dan menurunkan glukosa darah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsumsi seduhan teh hijau terhadap kadar glukosa darah dan kolesterol pada penderita DMT2 di Puskesmas Pangkah. Penelitian ini menggunakan metode pra-eksperimental. Populasi penelitian ini adalah peserta Prolanis dengan DMT2 di Puskesmas Pangkah. Teknik sampling menggunakan purposive sampling dengan sample minimal pra eksperimen sejumlah 15 responden. Analisis data menggunakan Uji-T dan Uji Wilcoxon. Kadar glukosa darah partisipan setelah diberikan seduhan teh hijau; rendah 1 peserta (6,7%); normal 13 peserta (86,7%); tinggi 1 peserta (6,7%). Kadar kolesterol peserta setelah diberikan seduhan teh hijau; rendah 2 peserta (13,3%); normal 13 peserta (86,7%). Ada pengaruh konsumsi seduhan teh hijau terhadap kadar glukosa darah dan kolesterol dengan hasil analisis uji-t p-value 0,000 dan hasil uji wilcoxon signed p-value 0,001.

Kata Kunci: Diabetes Melitus, Glukosa Darah, Kolesterol, Teh Hijau

PENDAHULUAN

Diabetes Mellitus (DM) merupakan masalah kesehatan yang mendapat perhatian utama di seluruh dunia. Diperkirakan sejumlah 462 juta orang terkena Diabetes Mellitus Tipe 2 (DMT2) di seluruh dunia atau setara dengan 6,28% dari total populasi dunia. Diabetes Mellitus menjadi penyebab utama kematian kesembilan pada tahun 2017 karena lebih dari 1 juta kematian dikaitkan dengan DMT2. Sekitar 462 juta orang terkena DMT2 pada tahun 2017, setara dengan 6,28% dari total populasi dunia (4,4% berusia 15-49 tahun, 15% berusia 50-69, dan 22% berusia >70 tahun), usia 55 tahun sebagai puncak insiden DMT2. Perkiraan prevalensi global DMT2 pada tahun 2030 akan meningkat menjadi 7.079 orang per 100.000 di semua wilayah dunia terutama negara-negara berpenghasilan rendah (Khan et al., 2020).

Data Riskesdas 2018 prevalensi DM sebanyak 1,2%, sedangkan pada tahun 2018 mengalami peningkatan menjadi 2,6% dengan karakteristik yaitu dialami pada penduduk kelompok umur 55-64 tahun, jenis kelamin perempuan, pendidikan tidak tamat SD/MI, pekerjaan PNS / TNI / Polri / BUMN / BUMD sebanyak (4,2%) dan pada tempat tinggal di perkotaan pada tahun 2017 (Dep. Kes RI, 2018). Diabetes melitus merujuk pada kumpulan gejala karena kadar glukosa darah yang melebihi normal (hiperglikemia). Ini terkait dengan insulin yang tidak mencukupi kebutuhan tubuh baik absolut maupun relatif (American Diabetes Association, 2020).

Manifestasi hiperglikemia pada DM terjadi karena tiga faktor mayor yaitu 1) organ pancreas mengalami gangguan berupa penurunan sensitivitas pada konsentrasi glukosa di darah dan/atau sekresi insulin yang abnormal/kurang dari kebutuhan, 2) glukosa sintesis hati mengalami peningkatan karena adanya glukoneogenesis, 3) stimulasi hormone glukagon dan katekolamin serta terakit juga dengan resistensi insulin jaringan perifer yang berpotensi menyebabkan gangguan transportasi dan metabolisme glukosa ke sel tubuh. Diabetes akan mempengaruhi kapasitas fungsional

individu dan kualitas hidup penderitanya, mengakibatkan peningkatan morbiditas dan kematian dini. Peningkatan konsumsi makanan yang tidak sehat dan gaya hidup yang tidak aktif, mengakibatkan peningkatan Indeks Massa Tubuh (IMT) dan glukosa plasma puasa (Gupta et al., 2020).

Kondisi hiperglikemia kronik dapat mengakibatkan disfungsi endotel melalui berbagai mekanisme. Hipotesis yang mendukung saat ini seperti: 1) menyebabkan glikosilasi protein sehingga terjadi perubahan tekanan intravaskular dan mengganggu reaktivitas serebrovaskular karena ketidakseimbangan hormon Nitrite Oxide (NO) dan prostaglandin. 2) Peningkatan aktivasi Protein Kinase C (PKC) intraseluler sehingga produksi NO akan menurun. 3) Peningkatan sintesis produk diacylglycerol (DAG) menyebabkan vasokonstriksi pembuluh darah. 4) Peningkatan jumlah prothrombosis dan aktifitas agregasi trombosit pada sel endothelial pembuluh darah. 5) Peningkatan stres oksidatif seluler dan peningkatan jumlah lipoprotein teroksidasi, terutama LDL kolesterol (LDL teroksidasi) yang bersifat aterogenik (Dietrich et al., 2017).

Resistensi insulin berasosiasi dengan kondisi hiperkolesterolemia yang dikenal juga dengan nama lain yaitu dislipidemia dan hiperlipidemia.

Hiperkolesterolemia berkaitan erat dengan peningkatan interleukin 6 (IL-6) dan kadar hormone leptin, di sisi lain akan menurunkan kadar adiponektin secara signifikan. Peningkatan rasio leptin dan adiponektin saat ini banyak digunakan sebagai marker penanda kondisi terjadinya resistensi insulin dan sindrom metabolik (Mohammed, 2019). Hiperkolesterolemia merupakan salah satu jenis kelainan metabolisme yang menyebabkan kelainan deposisi lipid dalam darah. Gaya hidup yang tidak banyak bergerak dengan berlebihan asupan makanan dari lemak jenuh, kolesterol, dan lemak trans telah terlibat dalam menyebabkan kondisi ini, yaitu, hiperkolesterolemia. Agen farmakologi penurun kolesterol tertentu,

misalnya, atorvastatin, rosuvastatin, dan simvastatin sedang digunakan. Namun, obat ini diketahui memiliki banyak efek samping toksik yang meliputi hepatotoksitas dan nefrotoksitas (Das et al., 2020).

Penatalaksanaan DM dapat dilakukan dengan menggunakan terapi farmakologis dan non farmakologis. Salah satu upaya penatalaksanaan non farmakologis DM adalah pengelolaan diet yang benar dan pemilihan makanan yang tepat (American Diabetes Association, 2020). Manipulasi menggunakan agen berbahan alam dan upaya meningkatkan penggunaan bahan dengan kearifan lokal adalah dasar dan lini pertama intervensi pada penelitian ini untuk menurunkan hiperglikemia dan hiperkolesterolemia, juga karena kemudahan akses dan biaya yang lebih rendah.

Teh merupakan air minum konsumsi kedua terbanyak dikonsumsi di dunia. Teh banyak disukai karena rasa dan aromanya yang khas, nilai kesehatan yang bermanfaat dan kondisi sosial budaya (Pastoriza et al., 2017). Teh hijau (*Camellia sinensis*) yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk daun dalam kantong teh. Jenis teh ini sangat kaya akan senyawa antioksidan karena cara budidayanya yang tradisional. Teh hijau (*Camellia sinensis*), yang berasal dari Jepang, umumnya dianggap sangat bermanfaat bagi kesehatan. Kandungan besar polifenol, asam amino (terutama tanin) dan kafein berpotensi meningkatkan sifat antioksidannya. Polifenol juga dapat meningkatkan metabolisme dan homeostatis kadar gula darah melalui mekanisme potensial aksi dari sistem pencernaan, liver, otot, adipositi dan sel β pancreas (Jakubczyk et al., 2020).

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya tentang teh hijau yang diberikan pada tikus diperoleh bahwa polifenol teh hijau mampu menekan fluktuasi peningkatan kadar gula darah sebanyak 4% (494,33 menjadi 422,00 mol/dl), polifenol yang terkandung dalam teh hijau pada penelitian berpengaruh terhadap jumlah sel pankreas pada tikus, dibandingkan dengan tikus kelompok

kontrol, tikus pada kelompok intervensi menunjukkan gambaran kepadatan sel yang tinggi (51,74/ 10mm²: 33,57/ 20mm²). (Julianti et al., 2015)

Berdasarkan hasil pra survey yang dilakukan peneliti di Puskesmas Pangkah terdapat 55 lansia yang mengikuti Prolanis dengan diagnosis DMT2. Penatalaksanaan DMT2 dilakukan dengan pemberian obat anti hiperglikemia oral dan obat untuk menurunkan kolesterol pada penderita DMT2 dengan hiperkolesterolemia. Setelah melakukan wawancara kepada salah satu responden, responden sering meminum teh tetapi bukan teh hijau. Tujuan dari penelitian ini untuk ingin mengetahui apakah terdapat pengaruh seduhan teh hijau dengan kadar glukosa darah sewaktu dan kolesterol pada penderita DM tipe 2 di Puskesmas Pangkah dengan mengecek kadar glukosa dan kolesterol sebelum dan sesudah di berikan seduhan teh hijau.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini yaitu pre eksperimen dengan menggunakan desain penelitian *one group pretest-posttest design*. Lokasi penelitian ini yaitu Puskesmas Pangkah. Populasi penelitian ini adalah pasien DMT2 yang berjumlah 55 di wilayah Puskesmas Pangkah yang mengikuti Prolanis. Teknik sampling yang digunakan pada penelitian ini adalah *purposive sampling*. Kriteria inklusi penelitian ini yaitu menderita DMT2 lebih dari 1 tahun, mengikuti kegiatan Prolanis secara aktif minimal 3 bulan terakhir, mengalami hiperkolesterolemia atau kadar kolesterol dalam rentang normal atas, dan bersedia mengikuti penelitian ini. Jumlah sampel dihitung menggunakan rumus *minimal sample size* dan didapatkan sebanyak 15 responden.

Variabel independen penelitian ini yaitu seduhan teh hijau daun dalam kantong dengan berat sekitar 5 gram, seduhan menggunakan air panas 90°C sebanyak 200 cc dan dikonsumsi ketika suhu air sekitar 40°C. Seduhan teh hijau dikonsumsi sebanyak 2 kali sehari selama 7 hari berturut-turut. Variabel dependen penelitian ini yaitu kadar glukosa darah

sewaktu dan kadar kolesterol total yang diukur menggunakan glukostik dan stik kolesterol menggunakan darah kapiler jari tengah kiri. Kadar glukosa darah sewaktu dikategorikan rendah bila ≤ 144 mg/dl, normal: 145-179 mg/dl dan tinggi: ≥ 180 mg/dl. Kadar kolesterol total dikategorikan rendah bila ≤ 99 mg/dl, normal: 100-200 mg/dl dan tinggi: > 200 mg/dl. Data pre eksperimen diambil sebelum memulai perlakuan, dan data post eksperimen diambil pada hari setelah selesai perlakuan atau hari ke 8.

Peneliti menggunakan etika penelitian berupa informed consent di awal penelitian, pasien bebas dari penderitaan dan eksploitasi, bila pasien mengalami efek samping dari konsumsi seduhan teh hijau seperti infeksi saluran kemih, inkontinensia urin, sulit tidur dan mengganggu aktifitasnya maka pasien diperbolehkan untuk mengundurkan diri dari penelitian. Data yang diberikan oleh responden dijaga kerahasiaannya oleh peneliti, dipublikasikan sebagai konteks penyebaran keilmuan.

Analisis univariat dalam penelitian ini menggunakan distribusi dan persentase dari tiap variabel dependen. Analisis bivariat, pengujian data dilakukan dengan menggunakan uji T test dan Wilcoxon Signed Rank Test. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari seduhan teh hijau sesudah mengkonsumsinya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data ini dilakukan pada bulan Juni 2019 di Puskesmas Pangkah. Hasil penelitian disajikan sebagai berikut:

Tabel 1. Distribusi frekuensi karakteristik responden

Karakteristik	Frekuensi (f)	Persentase (%)
Usia		
1. 60	5	33,3
2. 61	5	33,3
3. 62	4	26,7
4. 64	1	6,7
Jenis Kelamin		
1. Laki-laki	7	46,7
2. Perempuan	8	53,3

Sumber Data primer (2019)

Berdasarkan tabel 1 terlihat bahwa seluruh responden berusia lansia dengan rentang usia 60-64 tahun, mayoritas jenis

kelamin responden yaitu perempuan sejumlah 8 orang. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya tentang Analisis Kejadian Hipertensi Pada Lansia Dengan Diabetes Melitus didapatkan hasil bahwa mayoritas penderita DM dalam kategori *elderly* sebanyak 80% dan jenis kelamin lansia dengan DM mayoritas perempuan sebanyak 87% (Febriani & Fitri, 2019).

Berdasar data dari WHO pada tahun 2017, sekitar 462 juta orang terkena DM2 mayoritas diderita pada usia lebih dari 55 tahun (Khan et al., 2020). Peningkatan usia seseorang akan mengakibatkan berkurangnya fungsi organ tubuh. Sebagai contoh penurunan fungsional dan struktural sel beta pankreas, berat badan berlebih hingga kondisi obesitas yang berakibat terjadinya penumpukan lemak di jaringan visceral. Hal ini akan akan mentriger resistensi insulin yang terus berkembang menjadi DM (Setiyorini et al., 2018). Berdasarkan Data Risesdas 2018 karakteristik penderita DM tahun 2017 mayoritas dialami penduduk kelompok umur 55-64 tahun dan berjenis kelamin perempuan (Dep. Kes RI, 2018).

Tabel 2. Kadar Glukosa Darah Sebelum dan Sesudah Konsumsi Seduhan Teh Hijau

No	Variabel	Kategori	Sebelum		Sesudah	
			n	%	n	%
1	Kadar GDS	Rendah	0	0	1	6,7
		Normal	0	0	13	86,7
		Tinggi	15	100	1	6,7
2	Kadar Kolesterol	Rendah	0	0	2	13,3
		Normal	7	46,7	13	86,7
		Tinggi	8	53,3	0	0

Sumber Data primer (2019)

Berdasar tabel 2 tampak bahwa mayoritas kadar GDS sesudah mengkonsumsi seduhan daun teh hijau dalam kategori normal sebanyak 13 (93,3%) responden, dan kadar kolesterol yang semula sebelum perlakuan mayoritas tinggi 8 (53,3%) responden membaik kadarnya setelah pemberian seduhan daun teh hijau menjadi normal sejumlah 13 (86,7%) responden.

Tabel 3. Pengaruh Seduhan Teh Hijau Terhadap Kadar GDS Dan Kolesterol

Variabel	Rerata penurunan	Std. Dev	p-value
Kadar Gula Darah Sewaktu	37,73	11,048	0,000*
Kadar Kolesterol	33,53	0,516	0,001**

Sumber Data primer (2019), * uji dependent t test, ** uji Wilcoxon

Berdasar tabel 3 diketahui bahwa seduhan teh hijau dapat menurunkan kadar GDS dan kolesterol secara signifikan dengan rerata penurunan untuk kadar GDS sebesar 37,73 mg/dl dan 33,53 mg/dl untuk penurunan kadar kolesterolnya. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian tentang pengaruh pemberian ekstrak teh hijau (*Camellia sinensis* L.) terhadap penurunan kadar kolesterol total tikus wistar (*Rattus norvegicus*) yang menunjukkan bahwa semua kelompok dosis dapat menurunkan kadar kadar glukosa darah, kolesterol total dan LDL darah secara signifikan (Sarel & Simanjuntak, 2020).

Diabetes melitus merupakan suatu kelompok penyakit metabolik dengan karakteristik hiperglikemia yang terjadi karena kelainan sekresi insulin, kerja insulin atau keduanya. Hiperglikemia kronik pada DM berhubungan dengan kerusakan jangka panjang, disfungsi atau kegagalan beberapa organ tubuh, terutama mata, ginjal, syaraf, jantung dan pembuluh darah (American Diabetes Association, 2020). Kadar GDS yang tinggi pada penderita DM dapat disebabkan proses glukoneogenesis, glikogenolisis dan lipolisis sebagai upaya mempertahankan kadar glukosa yang memadai dalam sel (Kumar & Gill, 2018). Kondisi lipolysis akan dimanifestasikan dengan peningkatan kolesterol dan profil lipid lainnya seperti trigliserida, dan juga adanya penurunan berat badan pasien (Litwack, 2017).

Perkembangan DMT2 sangat kompleks dan melibatkan interaksi faktor genetik dan lingkungan. Faktor lingkungan yang ikut berperan adalah masukan kalori berlebih yang menyebabkan obesitas dan gaya hidup yang kurang berolah raga. Kadar glukosa darah diatur oleh insulin. Peningkatan kadar glukosa darah akan

diikuti oleh peningkatan sekresi insulin dari pankreas. Prinsip kerja insulin ialah menurunkan kadar glukosa darah dengan 2 cara yaitu 1) menurunkan glukosa produk hati dan meningkatkan sintesis glikogen di otot dan hepar, 2) meningkatkan transportasi, ambilan dan metabolisme glukosa terutama di jaringan lemak dan otot (Rachek, 2014).

Peningkatan kadar glukosa darah disebabkan oleh 3 faktor utama yaitu 1) adanya gangguan pada pankreas, dapat berupa penurunan sensitivitas terhadap kadar glukosa darah dan/atau sekresi insulin yang abnormal, 2) adanya peningkatan glukosa produk hati karena peningkatan glukoneogenesis, 3) karena stimulasi glukagon dan katekolamin serta adanya resistensi insulin pada jaringan perifer yang berakibat gangguan transportasi dan metabolisme glukosa. Peningkatan pembentukan glukosa produk hati pada penderita DM diduga karena hilangnya efek inhibisi insulin pada glukosa produk hati, adanya resistensi insulin pada jaringan hepar akibat hiperglikemia kronik dan adanya peningkatan kadar dan aktivitas hormon anti insulin seperti glukagon. Efek langsung insulin dalam mengurangi produksi glukosa endogen di hepar berupa penghambatan glikogenolisis melalui peningkatan aktivitas fosfodiesterase juga penurunan aktivitas fosfatase. Efek tidak langsung insulin yaitu dengan menghambat sekresi glukagon oleh sel α pankreas dan menurunkan kadar asam lemak bebas dengan menghambat lipolisis (American Diabetes Association, 2020; Gupta et al., 2020).

Kondisi resistensi insulin pada penderita DM akan menyebabkan peningkatan proses lipolisis atau pemecahan lemak dari cadangan lemak yang disimpan di sel adipose. Lipolisis akan meningkatkan kadar *free fatty acid* / asam lemak bebas di dalam plasma darah (Hall, 2016). Meningkatnya kadar asam lemak bebas di plasma akan mentrigger kegagalan pankreas memproduksi kadar insulin yang cukup sebagai respon permintaan insulin yang meningkat. Hal ini menyebabkan sulitnya penggunaan / pembuangan asam lemak bebas dan

hilangnya penghambatan pelepasan produk glukosa oleh hati yang berakibat kondisi hiperglikemia dan hyperlipidemia (Tomkin & Owens, 2017).

Teh hijau sebagai minuman fungsional memiliki berbagai manfaat. Senyawa utama yang terkandung dalam teh hijau yaitu flavonoid. Sifat dari flavonoid sebagai antioksidan akan menghambat proses oksidasi lipid. Flavonoid akan menghambat atau menginhibisi aktifitas enzim kunci dalam proses lipogenesis yaitu enzim HMG-KoA reduktase. Hambatan pada enzim ini akan menghentikan proses pembentukan kolesterol sehingga sintesis kolesterol menurun. Flavonoid juga terbukti dapat meningkatkan kolesterol baik yaitu kolesterol HDL melalui proses peningkatan produksi protein apo A1. Protein tersebut bertugas sebagai kofaktor enzim *Lecithin Cholesterol Acyl Transferase* (LCAT) dan berperan sebagai ligand dalam interaksi melalui reseptor lipoprotein dalam jaringan pada HDL (Lin et al., 2020).

Selain kandungan flavonoid, teh hijau memiliki kandungan tannin dan saponin yang akan meningkatkan sintesis asam empedu (Jakubczyk et al., 2020; Lin et al., 2020). Prekursor utama produksi asam empedu adalah kolesterol, sehingga tannin dan saponin secara tidak langsung dapat menurunkan kolesterol dalam tubuh (Kumar & Gill, 2018). Keterbatasan penelitian ini yaitu tidak diketahui secara pasti seberapa banyak kandungan flavonoid serta kandungan antioksidan lainnya secara pasti, tidak diukurinya kadar kolesterol HDL dan LDL untuk perbandingan rasio LDL dan HDL terkait dengan perkembangan penyakit kardiovaskuler sebagai komplikasi penyakit DM. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya terkait hubungan kadar glukosa dan tekanan darah yang terbukti secara signifikan. Ketika terjadi peningkatan glukosa darah maka akan meningkatkan tekanan darah (Novitasari & Wirakhmi, 2020).

SIMPULAN

Seduhan teh hijau 5 gram dalam 200 ml air bersuhu 90°C dengan 2 kali konsumsi selama 7 hari berturut-turut dapat menurunkan kadar glukosa darah dan kolesterol secara signifikan.

SARAN

Bagi penderita DM2 dapat menggunakan teh hijau sebagai minuman fungsional untuk menendalikan kadar glukosa darah dan menurunkan kolesterolnya. Bagi peneliti selanjutnya dapat mengukur kandungan flavonoid secara kuantitatif untuk menentukan dosis yang tepat per kilogram BB pasien.

DAFTAR PUSTAKA

- American Diabetes Association. (2020). 2. Classification and diagnosis of diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes. *Diabetes Care*, 43(Supplement 1), S14–S31.
- Das, K., Bhattacharya, M., & Ghosh, M. (2020). A structured DAG enriched mustard oil system ameliorates hypercholesterolemia through modulation of AMPK and NF-κB signaling system. *PharmaNutrition*, 14.
- Dep. Kes RI. (2018). Laporan hasil riset kesehatan dasar (Riskesdas) Indonesia tahun 2018. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kemenkes RI.
- Dietrich, I., Braga, G. A., de Melo, F. G., & da Costa Silva, A. C. C. (2017). The diabetic foot as a proxy for cardiovascular events and mortality review. *Current Atherosclerosis Reports*, 19(11), 1–5.
- Febriani, R., & Fitri, M. (2019). Analisis Kejadian Hipertensi Pada Lansia Dengan Diabetes Melitus. *Jurnal Aisyiyah Medika*, 4.
- Gupta, G., Wadhwa, R., Pandey, P., Singh, S. K., Gulati, M., Sajita, S., & Dua, K. (2020). Obesity and diabetes: pathophysiology of obesity-induced hyperglycemia and insulin resistance. In *In Pathophysiology of obesity-induced health complications* (pp. 81–97). Springer, Cham.
- Hall, J. (2016). *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology* (13 th). Elsevier.
- Jakubczyk, K., Kochman, J., Kwiatkowska, A.,

- Kalduńska, J., Dec, K., Kawczuga, D., & Janda, K. (2020). Antioxidant properties and nutritional composition of matcha green tea. *Foods*, 9(4), 483.
- Julianti, E. D., Nurjanah, N., Yuniati, H., Ridwan, E., & Sahara, E. (2015). Pengaruh tapioka termodifikasi ekstrak teh hijau terhadap glukosa darah dan histologi pankreas tikus diabetes. *Nutrition and Food Research*, 38(1), 51–60.
- Khan, M. A. B., Hashim, M. J., King, J. K., Govender, R. D., Mustafa, H., & Al Kaabi, J. (2020). Epidemiology of type 2 diabetes—global burden of disease and forecasted trends. *Journal of Epidemiology and Global Health*, 10(1), 107–111.
<https://doi.org/10.2991/jegh.k.191028.001>
- Kumar, V., & Gill, K. D. (2018). *Basic concepts in clinical biochemistry: a practical guide*. Springer Publishing Company.
- Lin, Y., Shi, D., Su, B., Wei, J., Găman, M. A., Sedanur Macit, M., & Guimaraes, N. S. (2020). The effect of green tea supplementation on obesity: A systematic review and dose–response meta-analysis of randomized controlled trials. *Phytotherapy Research*, 34(10), 2459–2470.
- Litwack, G. (2017). Human biochemistry. In *Human Biochemistry*. Academic Press.
<https://doi.org/10.1016/C2009-0-63992-1>
- Mohammed, H. Y. (2019). Study of the possible effects of IL-6 antagonist tocilizumab on experimentally induced metabolic syndrome in rats. *CU Theses*.
- Novitasari, D., & Wirakhmi, I. N. (2020). The analysis of blood glucose level and blood pressure on hypertension patients in mersi village, East Purwokerto, Central Java. 10.
- Pastoriza, S., Mesías, M., Cabrera, C., & Rufián-Henares, J. A. (2017). Healthy properties of green and white teas: An update. *Food Funct*, 8, 2650–2662.
- Rachek, L. I. (2014). Glucose Homeostasis and the Pathogenesis of Diabetes Mellitus. In *Progress in Molecular Biology and Translational Science*.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800101-1.00008-9>
- Sarel, Z., & Simanjuntak, K. (2020). Pengaruh Pemberian Ekstrak Teh Hijau (*Camellia sinensis* L.) terhadap Penurunan Kadar Kolesterol Total Tikus Wistar (*Rattus Norvegicus*) Diabetes Induksi Aloksan. *Jurnal Sehat Mandiri*, 15(198–111).
- Setiyorini, E., Wulandari, N. A., Sari, Y. K., Sarwoko, E., Nurfarida, N. I., Ahsan, M., Indawati, N., & Kusumawati, E. D. (2018). *Perawatan Lansia dalam Persektif Budaya*. Media Nusa Creative.
- Tomkin, G. H., & Owens, D. (2017). Diabetes and dyslipidemia: characterizing lipoprotein metabolism. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy*, 10, 333.