

Efektivitas Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Terhadap Kadar Trigliserida dan Glukosa Darah Sewaktu pada Tikus Jantan Galur *Sprague Dawley* Diabetes Melitus

The Effectiveness of Moringa Leaf Extract (Moringa oleifera) on Triglyceride and Blood Glucose Levels in Male Sprague Dawley Rats with Diabetes Mellitus

Masnunah Masnunah¹, Devy Ariany², Muniroh Muniroh^{3,4*}

¹ Fakultas Kedokteran, UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta, Indonesia

² Departemen Patologi Anatomi, Fakultas Kedokteran, UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta, Indonesia

³ Departemen Patologi Klinik, Fakultas Kedokteran, UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta, Indonesia

⁴ Sekolah Pascasarjana, UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta, Indonesia

*Corresponding author

Email: dr.muniroh@gmail.com, dr.muniroh@uinjkt.ac.id

A b s t r a c t

Keyword :
Moringa oleifera
leaf extract,
Triglyceride,
Blood Glucose,
Sprague dawley

Background: According to data from the International Diabetes Federation (IDF), Indonesia ranks 5th in the world for the highest number of diabetes mellitus cases, with numbers predicted to continue rising. Dyslipidemia is one of the complications of diabetes mellitus, potentially leading to coronary heart disease. Kelor leaves (*Moringa oleifera*) contain flavonoids, which may reduce blood glucose and triglyceride levels. **Objective:** This study aims to evaluate the effect of *Moringa oleifera* leaf extract on blood glucose and triglyceride levels in male *Sprague dawley* rats. **Methods:** This experimental study involved 24 male *Sprague dawley* rats. Blood glucose and triglyceride levels were measured before and after administering *Moringa oleifera* leaf extract. The Shapiro-Wilk test assessed data normality, followed by paired *t*-tests, One-way ANOVA, and Pearson correlation. **Results:** *Moringa oleifera* leaf extract at a 400 mg/kg BW dose significantly reduced blood glucose levels ($p=0.017$). No statistically triglyceride levels decreased in all groups ($p=0.195$). **Conclusion:** *Moringa oleifera* leaf extract can significantly lower blood glucose levels at a dose of 400 mg/kg BW. Further research is needed to investigate the effects of *Moringa oleifera* on triglyceride levels.

Kata kunci :
Ekstrak *Moringa oleifera*,
Trigliserida,
Glukosa darah,
Sprague dawley

A B S T R A K

Latar belakang: Diabetes melitus merupakan salah satu penyakit kronis yang menjadi perhatian global. Berdasarkan data *International Diabetes Federation* (IDF), Indonesia menempati peringkat ke-5 dengan jumlah penderita diabetes melitus terbanyak di dunia yang jumlahnya diprediksi akan terus meningkat. Dislipidemia merupakan salah satu komplikasi diabetes melitus yang dapat menyebabkan penyakit jantung koroner. Daun kelor (*Moringa oleifera*) mengandung flavonoid yang dapat menurunkan glukosa darah dan trigliserida darah. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) pada tikus jantan galur *Sprague dawley* terhadap kadar glukosa darah sewaktu dan trigliserida. **Metode:** Penelitian ini menggunakan desain eksperimental pada 24 ekor tikus jantan galur *Sprague dawley*. Kadar trigliserida dan glukosa darah sewaktu diukur sebelum dan setelah pemberian ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*). Uji normalitas data menggunakan uji Shapiro-Wilk, dilanjutkan dengan uji *t* berpasangan dan uji One-way ANOVA. **Hasil:** Ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) pada dosis 400 mg/kgBB menunjukkan penurunan glukosa darah yang bermakna ($p=0.017$). Pada semua kelompok, tidak terjadi penurunan kadar trigliserida secara tidak bermakna ($p=0.195$). **Kesimpulan:** Ekstrak daun kelor (*Moringa*

oleifera) mampu menurunkan kadar glukosa darah secara bermakna pada dosis 400 mg/kgBB. Perlu penelitian yang lebih lanjut untuk melihat efek daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap kadar trigliserida dengan dosis lebih bervariasi, durasi intervensi lebih lama, dan pemeriksaan kadar trigliserida sebelum intervensi.

How To Cite : Masnunah, M., Ariany, D., & Muniroh, M. (tahun). Efektivitas ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap kadar trigliserida dan glukosa darah sewaktu pada tikus jantan galur *Sprague Dawley* diabetes melitus. *Journal of Islamic Medicine*, 8(2), 121-120. <https://doi.org/10.18860/jim.v8i2.29672>

Copyright © 2024

LATAR BELAKANG

Diabetes melitus merupakan penyakit metabolik yang bersifat kronis dan menjadi masalah kesehatan masyarakat yang serius yang berdampak pada kualitas hidup manusia serta membutuhkan biaya pelayanan kesehatan. Berdasarkan data *World Health Organization* (WHO) pada tahun 2017, terdapat sekitar 462 juta atau sekitar 462 juta penderita diabetes melitus tipe 2 di dunia.^{1,2} Komplikasi diabetes melitus dibagi menjadi dua kategori yaitu akut dan kronis yang dapat mengenai makrovaskular dan mikrovaskular.³

Penyakit jantung koroner merupakan salah satu komplikasi makrovaskular dari diabetes melitus tipe 2 yang menjadi penyebab paling utama *sudden cardiac death*.⁴ Plak atherosklerosis pada arteri koronaria menjadi dasar terjadinya penyakit jantung koroner. Berbagai faktor risiko terbentuk plak atherosklerosis, salah satunya adalah hiperlipidemia.⁵ Keadaan hiperlipidemia pada diabetes melitus berkaitan dengan kelainan lipoprotein, yang akan tetap bertahan bahkan setelah kontrol glikemik yang optimal tercapai sehingga skrining dislipidemia sangat disarankan pada pasien DM.⁶

Daun kelor (*Moringa oleifera*) merupakan tumbuhan dalam family *Moringaceae* yang dapat tumbuh subur di Indonesia. Tanaman kelor mempunyai beberapa manfaat diantaranya sebagai anti diabetes, antilipidemia, antiinflamasi, dan manfaat lain yang belum diteliti.⁷ Daun kelor mengandung total phenolic, flavonoid, dan β -sitosterol yang memiliki manfaat sebagai antiinflamasi, antioksidan, menurunkan kadar glukosa darah, dan menurunkan kadar trigliserida.⁸ Villaruel dkk (2018) yang melakukan penelitian pada tikus galur *Sprague dawley* diabetes melitus yang diinduksi aloksan dengan pemberian ekstrak bubuk *Moringa oleifera* dengan dosis 100 mg/kgBB, 200 mg/kgBB, dan 500 mg/kgBB selama 8 minggu didapatkan terjadi penurunan kadar glukosa darah.⁹ Pada tikus yang diinduksi diabetes melitus dengan aloksan, setelah pemberian ekstrak

methanol daun kelor (*Moringa oleifera*) selama 6 minggu pada dosis 300 mg/kgBB menunjukkan terjadi penurunan kadar trigliserida.¹⁰ Hal di atas mendasari untuk meneliti lebih lanjut efek ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap kadar trigliserida pada tikus galur *Sprague dawley* yang diinduksi oleh streptozotocin (STZ).

METODE

Desain dan Sampel Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain eksperimental dengan 24 tikus jantan galur *Sprague dawley* yang berusia 2-3 bulan dan berat badan 150-200 mg. Tikus dibagi secara acak menjadi 5 kelompok (K1, K2, K3, K4, dan K5) yang tiap kelompok terdiri dari 5 tikus. K1 merupakan kontrol negatif yang tidak diinduksi streptozotocin. Kelompok K2-K5 merupakan tikus yang diabetes melitus dengan induksi streptozotocin dengan dosis 40 mg/kgBB. Pada kelompok kontrol positif (K2) tidak diberikan ekstrak daun *Moringa oleifera*. Kelompok K3, K4, dan K5 masing masing diberikan ekstrak daun *Moringa oleifera* dengan dosis 200 mg/kgBB, 400 mg/kgBB, dan 600 mg/kgBB setelah hari ke-5 induksi streptozotocin secara intraperitoneal.

Ekstrak daun *Moringa oleifera* diberikan selama 14 hari berturut turut. Ekstrak daun *Moringa oleifera* didapatkan dari Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Cibinong Bogor.

Tikus yang meninggal selama penelitian berlangsung dan kadar glukosa darah < 200mg/dL setelah induksi streptozotocin akan dieksklusi dari penelitian.

Penelitian ini sudah mendapatkan izin etik dari komite etik FK UIN Syarif Hidayatullah Jakarta dengan nomor B-007/F12/KEPK/TL.00/9/2019. Penelitian dilakukan di laboratorium *animal house*, laboratorium farmakologi, dan laboratorium biokimia FK UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.

Analisis Data

Uji normalitas data menggunakan Shapiro-Wilk. Data kadar glukosa darah diuji menggunakan uji t berpasangan, data kadar trigliserida menggunakan uji One-Way Anova dan untuk melihat hubungan kadar glukosa darah sewaktu dengan kadar trigliserida menggunakan uji korelasi Pearson. Data diolah menggunakan SPSS ver 22.

Adaptasi Hewan Coba

Tikus jantan *Sprague dawley* dilakukan adaptasi selama 5 hari di laboratorium *animal house*. Selama adaptasi tersebut, setiap hari tikus mendapatkan makan M512 dan minum ad libitum serta dilakukan pembersihan kandang setiap hari.

Induksi Streptozotocin

Induksi streptozotocin dilakukan pada hari ke-6, setelah dilakukan pemeriksaan kadar glukosa darah. Hal ini memastikan tikus tidak mengalami diabetes melitus sebelum diinduksi streptozotocin. Induksi streptozotocin diberikan secara intraperitoneal dengan dosis 40 mg/kgBB yang dilarutkan dalam 0.1M buffer sitrat.

Pemeriksaan Kadar Glukosa Darah

Pemeriksaan kadar glukosa darah dilakukan pada hari ke-6 sebelum induksi streptozotocin sebagai data awal, hari ke-11 setelah induksi streptozotocin pada kelompok K2-K5 untuk memastikan tikus sudah mengalami DM, dan hari ke-26 setelah dilakukan pemberian ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*). Tikus dinyatakan mengalami DM jika hasil kadar glukosa darah > 200 mg/dL. Pengukuran kadar glukosa darah menggunakan alat glucocheck. Sampel didapat dari ekor tikus yang ditusuk dengan jarum lancet.

Pemeriksaan Kadar Trigliserida

Pada hari ke-26, tikus kelompok perlakuan dengan pemberian ekstrak daun *Moringa oleifera* dosis 200 mg/kgBB (K3)

ditemukan mati. Sehingga total sampel pada penelitian ini adalah 24 tikus jantan galur *Sprague dawley*.

Pemeriksaan kadar trigliserida dilakukan pada hari ke-26 dengan menggunakan sampel serum dan metode enzimatik. Darah diambil dari vena cava inferior dengan spuit 3 cc setelah tikus dilakukan terminasi. Serum didapat dengan cara darah ditampung ke dalam *vacutainer clot activator* kemudian didiamkan pada suhu ruang selama 30 menit. Setelah terbentuk bekuan, sampel disentrifugasi dengan kecepatan 5000 rpm selama 10 menit. Serum diletakkan ke dalam *microtube* dan disimpan pada suhu -20°C. Kadar trigliserida diukur dengan menggunakan ELISA secara bersama-sama.

HASIL PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan tikus galur *Sprague dawley* karena memiliki kesamaan genetik dengan manusia dan memiliki kemampuan metabolik yang cepat sehingga lebih mudah digunakan pada penelitian mengenai penyakit metabolik. Untuk menghindari gender bias, digunakan tikus jantan, hal ini karena tikus betina memiliki kadar estrogen yang lebih tinggi yang dapat melindungi apoptosis sel β pankreas karena stres oksidatif.¹¹

Kadar Glukosa Darah Sewaktu (GDS)

Kelompok kontrol positif (K2), kelompok perlakuan K3, K4 dan K5 mengalami diabetes melitus setelah diinduksi streptozotocin. Streptozotocin dapat menyebabkan apoptosis akibat rusaknya DNA sel β pankreas sehingga tidak dapat mensintesis insulin dan mengakibatkan terjadi hiperglikemia. Kelompok kontrol negatif (K1) yang tidak dilakukan intervensi streptozotocin dan ekstrak daun *Moringa oleifera* mengalami peningkatan kadar glukosa darah sewaktu secara tidak bermakna ($p=0.846$). Semua kelompok kontrol positif (K2), kelompok

perlakuan dengan dosis ekstrak *Moringa oleifera* dosis 200 mg/kgBB (K3), dosis 400 mg/kgBB (K4), dan dosis 600 mg/kgBB (K5) mengalami penurunan kadar glukosa sebelum dan setelah perlakuan. Namun,

penurunan kadar glukosa secara bermakna ($p=0.017$) pada kelompok dengan pemberian ekstrak daun *Moringa oleifera* dosis 400 mg/kgBB.

Tabel 1. Kadar Glukosa Darah Sewaktu (GDS)

Kelompok	Sebelum perlakuan	Setelah perlakuan	<i>p</i>
	(mg/dL) (mean ± SD)	(mg/dL) (mean ± SD)	
Kontrol negatif/non DM (K1)	97.01 ± 15.70	115.50 ± 2.00	0.846
Kontrol positif (K2)	480.00 (175.00 - 520.00)*	460.80 ± 78.00	0.892
DM + ekstrak daun <i>Moringa oleifera</i> 200 mg/kgBB (K3)	429.81 ± 119.01	305.50 ± 278.40	0.530
DM + ekstrak daun <i>Moringa oleifera</i> 400 mg/kgBB (K4)	399.01 ± 116.00	236.00 ± 166.50	0.017
DM + ekstrak daun <i>Moringa oleifera</i> 600 mg/kgBB (K5)	445.50 ± 76.80	296.80 ± 195.60	0.164

* Distribusi data tidak normal

Kadar Trigliserida

Kadar trigliserida pada penelitian ini diambil pada akhir perlakuan yaitu hari ke-26 melalui vena cava inferior.

Kadar trigliserida pada kelompok kontrol positif (K2) yang tidak diberikan

perlakuan pemberian ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) lebih rendah dibandingkan negatif. Kadar trigliserida pada semua kelompok tidak terdapat perbedaan kadar trigliserida yang bermakna ($p=0.195$) setelah hari ke-26 perlakuan.

Tabel 2. Kadar Trigliserida

Kelompok	Rerata ± SD (mg/dL)	<i>p</i>
Kontrol negatif/non DM (K1)	179.18 ± 31.91	
Kontrol positif (K2)	124.16 ± 11.58	
DM + ekstrak daun <i>Moringa oleifera</i> 200 mg/kgBB (K3)	171.00 ± 115.83	0.195
DM + ekstrak daun <i>Moringa oleifera</i> 400 mg/kgBB (K4)	200.89 ± 65.85	
DM + ekstrak daun <i>Moringa oleifera</i> 600 mg/kgBB (K5)	265.17 ± 168.78	

Hubungan Glukosa Darah Sewaktu (GDS) dan Kadar Trigliserida

Berdasarkan uji korelasi Pearson pada tabel 3 menunjukkan terdapat

hubungan yang bermakna antara kadar glukosa darah sewaktu dengan kadar trigliserida ($p=0.021$).

Tabel 3. Hubungan Glukosa Darah Sewaktu (GDS) dan Kadar Trigliserida

	Uji Korelasi	Kadar Glukosa Darah Sewaktu (mg/dL)
Kadar trigliserida (mg/dL)	Pearson Correlation	0.457
	Sig. (2 Tailed)	0.021

PEMBAHASAN

Kadar Glukosa Darah Sewaktu (GDS)

Hasil penelitian kadar glukosa darah ini sejalan dengan penelitian Wardani Elly (2015) yang didapatkan hasil pemberian ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) dengan dosis 150 mg/kgBB, 300 mg/kgBB, dan 600 mg/kgBB selama 21 hari pada tikus diabetes melitus yang diinduksi aloksan, terjadi penurunan kadar glukosa darah secara bermakna.¹² Sejalan dengan hasil penelitian Olayaki (2015), pada tikus diabetes melitus yang diinduksi dengan aloksan, setelah pemberian ekstrak daun kelor (*Moriga oleifera*) pada dosis 300 mg/kgBB dan 600 mg/kgBB selama 6 minggu terjadi penurunan kadar glukosa darah secara bermakna.¹⁰

Pemberian ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) pada tikus diabetes melitus yang diinduksi oleh streptozotocin pada penelitian Omodanisi menunjukkan penurunan kadar glukosa darah secara bermakna pada dosis 250 mg/kgBB selama 6 minggu.¹³ Pada penelitian ini, dosis 200 mg/kgBB dan 600 mg/kgBB terjadi penurunan kadar glukosa darah tidak bermakna. Perbedaan hasil penelitian ini dengan penelitian sebelumnya dikarenakan perbedaan durasi pemberian ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) dan penginduksi diabetes melitus. Penelitian sebelumnya durasi perlakuan pemberian ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) lebih lama dan induksi diabetes melitus yang digunakan adalah aloksan. Penelitian Omodanisi menggunakan penginduksi yang sama dengan penelitian ini yaitu streptozotocin, namun durasi pemberian ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) lebih lama yaitu 6 minggu.¹³

Ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) mengandung flavonoid yang dapat meningkatkan ekspresi *Glucose Transporter-4* (GLUT-4) pada otot dan meningkatkan ambilan glukosa melalui jalur *Phosphatidylinositol-3 Kinase* (PI3K) dan *Protein Kinase C* (PKC) oleh musculus

soleus pada tikus, sehingga terjadi penurunan kadar glukosa darah.⁹ Ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) dapat meningkatkan glikogen sintase pada hepar dan insulin plasma sehingga dapat menyebabkan penurunan kadar glukosa darah.¹⁰

Kadar Triglisierida

Hasil kadar triglisierida pada penelitian ini tidak sejalan dengan teori bahwa defisiensi insulin akan menyebabkan peningkatan kadar triglisierida. Hal ini karena insulin merupakan inhibitor dari hormon sensitif lipase dan akan meningkatkan aktivitas *lipoprotein lipase* (LPL). Insulin yang berkurang pada diabetes melitus menyebabkan aktivitas hormon sensitif lipase akan meningkat sehingga terjadi lipolisis, sedangkan aktivitas LPL menurun sehingga hidrolisis dari triglisierida menurun. Induksi streptozotocin pada kelompok kontrol positif (K2) kemungkinan terjadi hepatotoksik sehingga sintesis triglisierida kurang optimal.

Pada tikus kelompok perlakuan terjadi deviasi kadar triglisierida yang sangat jauh. Pada kelompok K5 yang diberikan ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) dosis 600 mg/kgBB ada yang mencapai kadar 500 mg/dL, namun terdapat juga tikus dengan kadar triglisierida < 150 mg/dL. Peningkatan kadar triglisierida diduga karena mengalami inflamasi yang dapat menyebabkan peningkatan *angiopoietin like protein 4* yang akan bekerja seperti inhibitor LPL. Sitokin proinflamasi juga dapat menurunkan sintesis LPL yang menyebabkan metabolisme triglisierida plasma berkurang sehingga kadar triglisierida darah tetap tinggi.¹⁴

Hasil penelitian ini juga tidak sejalan dengan penelitian Wardani Elly, pemberian ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) pada dosis 150 mg/kgBB, 300 mg/kgBB, dan 600 mg/kgBB selama 21 hari mampu menurunkan kadar triglisierida pada tikus diabetes melitus yang diinduksi aloksan.¹² Penelitian Olayaki yang menunjukkan penurunan kadar triglisierida secara

bermakna setelah pemberian ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) pada dosis 300 mg/kgBB dan 600 mg/kgBB selama 6 minggu.¹⁰ Perbedaan hasil penelitian ini dengan penelitian sebelumnya kemungkinan karena durasi perlakuan yang lebih singkat, tidak terdapat kadar triglicerida sebelum perlakuan sebagai data awal, dan penginduksi diabetes melitus yang berbeda.

Hubungan Glukosa Darah Sewaktu (GDS) dan Kadar Triglicerida

Hubungan kadar glukosa darah sewaktu dengan kadar triglicerida pada tabel 3 sejalan dengan teori, bahwa glukosa darah yang tinggi kemudian akan diubah menjadi Asetil KoA dan melalui siklus Krebs selanjutnya berubah menjadi asam lemak. Asam lemak yang terbentuk diubah menjadi triglicerida dan membentuk VLDL dalam apoprotein. *Very Low Density Lipoprotein* (LDL) akan diedarkan di sirkulasi darah yang menyebabkan kadar triglicerida darah tinggi.

KESIMPULAN

Ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) pada dosis 400 mg/kgBB efektif menurunkan kadar glukosa darah sewaktu pada tikus jantan galur *Sprague dawley* yang mengalami diabetes melitus dengan induksi streptozotocin. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk melihat efek Ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap kadar triglicerida dengan dosis yang lebih bervariasi, durasi intervensi lebih lama, dan pemeriksaan kadar triglicerida sebelum intervensi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Khan MAB, Hashim MJ, King JK, Govender RD, Mustafa H, Al Kaabi J. Epidemiology of Type 2 Diabetes – Global Burden of Disease and Forecasted Trends: J Epidemiol Glob Health. 2019;10(1):107-11. Dapat diakses dalam: <https://doi.org/10.2991/jegh.k.191028.001>

2. Bereda G. Risk Factors, Complications and Management of Diabetes Mellitus. Am J Biomed Sci Res. 2022 Jun 9;16(4):409–12. Dapat diakses dalam: <https://doi.org/10.34297/AJBSR.2022.16.002245>
3. Farmaki P, Damaskos C, Garmpis N, Garmpi A, Savvanis S, Diamantis E. Complications of the Type 2 Diabetes Mellitus. Curr Cardiol Rev. 2021 Jul;16(4):249–51. Dapat diakses dalam: <https://doi.org/10.2174/1573403X1604201229115531>
4. Vähätalo J, Holmström L, Pakanen L, Kaikkonen K, Perkiömäki J, Huikuri H, et al. Coronary Artery Disease as the Cause of Sudden Cardiac Death Among Victims < 50 Years of Age. Am J Cardiol. 2021 May;147:33–8. Dapat diakses dalam: <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2021.02.012>
5. Achim A, Péter OÁ, Coci M, Serban A, Mot S, Dadarlat-Pop A, et al. Correlation between Coronary Artery Disease with Other Arterial Systems: Similar, Albeit Separate, Underlying Pathophysiologic Mechanisms. J Cardiovasc Dev Dis. 2023 May 11;10(5):1-13. Dapat diakses dalam: <https://doi.org/10.3390/jcdd10050210>
6. O'Brien T, Nguyen TT, Zimmerman BR. Hyperlipidemia and Diabetes Mellitus. Mayo Clin Proc. 1998 Oct;73(10):969–76. Dapat diakses dalam: <https://doi.org/10.4065/73.10.969>
7. Toma, Alemayehu, Deyno S. Phytochemistry and Pharmacological Activities of *Moringa oleifera*. Int J Pharmacogn. 2014;1(4):222–31.
8. Rajanandh MG, Kavitha J. Quantitative Estimation of β -Sitosterol, Total Phenolic and Flavonoid Compounds in the Leaves of *Moringa oleifera*. Int J PharmTech Res. 2010;2(2):1409–14.
9. Villarruel-López A, López-de La Mora DA, Vázquez-Paulino OD, Puebla-Mora AG, Torres-Vitela MR, Guerrero-Quiroz LA, et al. Effect of *Moringa oleifera*

- consumption on diabetic rats. *BMC Complement Altern Med.* 2018 Dec;18(127):1-10. Dapat diakses dalam: <https://doi.org/10.1186/s12906-018-2180-2>
10. Olayaki LA, Irekpita JE, Yakubu MT, Ojo OO. Methanolic extract of *Moringa oleifera* leaves improves glucose tolerance, glycogen synthesis and lipid metabolism in alloxan-induced diabetic rats. *J Basic Clin Physiol Pharmacol.* 2015 Nov 1;26(6):585–93. Dapat diakses dalam: <https://doi.org/10.1515/jbcpp-2014-0129>
11. Liu S, Mauvais-Jarvis F. Minireview: Estrogenic Protection of β -Cell Failure in Metabolic Diseases. *Endocrinology.* 2010 Mar 1;151(3):859–64. Dapat diakses dalam: <https://doi.org/10.1210/en.2009-1107>
12. Wardani E, Sunaryo H, Sopiani MZ, Fatahillah M. Aktivitas Antihipertrigliserida Dan Antihiperqlikemik Ekstrak Daun Kelor (*Moringa Oleifera* Lam.) Pada Tikus Hipertrigliserida Diabetes. *Media Farm J Ilmu Farm.* 2015 Sep 16;12(2):199-212. Dapat diakses dalam: <https://doi.org/10.12928/mf.v12i2.3759>
13. Omodanisi E, Aboua YG, Chegou NN, Oguntibeju OO. Hepatoprotective, Antihyperlipidemic, and Anti-inflammatory Activity of *Moringa oleifera* in Diabetic-induced Damage in Male Wistar Rats. *Pharmacogn Res.* 2017;9(2):182–7.
14. Feingold KR, Grunfeld C. The Effect of Inflammation and Infection on Lipids and Lipoproteins. South Darmouth (MA); 2022. (Diunduh 28 Oktober 2024). Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK326741/>