Jurnal Ilmu Kedokteran (Journal of Medical Science), Jilid 20, Nomor 1, Maret 2026, Hal. 59-64
https://doi.org/10.26891/JIK.v20i1.2026. 59-64

Efek Protektif Suplementasi Ekstrak Etanol Daun Seri (*Muntingia calabura*) Terhadap Perubahan Histologis Pankreas Tikus Yang Diinduksi Diet Tinggi Lemak

Mukhyarjon[1*], Irwan[2], Ismawati[1]

ABSTRACT

Diabetes mellitus is a major global health problem. Lipotoxicity is a key cause of insulin resistance that ultimately leads to pancreatic damage in type 2 diabetes mellitus. One plant with potential to prevent pancreatic damage is the Seri plant (Muntingia calabura). This study aimed to analyze the effect of ethanolic extract of Muntingia calabura leaves on pancreatic damage in rats induced by a high-fat diet (HFD). This was an experimental study with a post-test-only design. A total of 28 male Wistar rats weighing 120–200 grams were divided into four groups: K1 received standard feed (20 g/rat/day) and water ad libitum; K2 received a 50% high-fat diet (20 g/rat/day); K3 received the same HFD plus Muntingia calabura leaf extract (100 mg/kg/day); and K4 received HFD plus pioglitazone (6 mg/kg/day). Treatments were administered for 8 weeks, followed by termination for pancreatic histological examination. The variables studied were supplementation of Muntingia calabura ethanolic extract and the degree of pancreatic insulitis. Histological preparations were stained with hematoxylin-eosin, and insulitis was scored. Data were analyzed using IBM SPSS with Kruskal–Wallis and Mann-witney tests. Results showed no insulitis in K1, while mild insulitis was observed in K2, K3, and K4. A significant difference in histological scores was found between K1 and K2 ($p = 0.03$), whereas no significant differences were observed among other groups. In conclusion, 8 weeks of HFD induced mild insulitis in rats, while Muntingia calabura leaf extract and pioglitazone did not demonstrate protective effects against insulitis.

Keywords: High fat Diet, Seri leave (*Muntingia calabura*) ethanolic extrac, Wistar rat

PENDAHULUAN

Diabetes merupakan sekelompok gangguan metabolik yang ditandai dengan hiperglikemia yang diakibatkan oleh bermacam etiopatologi termasuk sekresi insulin, kerja insulin atau keduanya yang mengakibatkan gangguan metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein.[1] Masalah diabetes salah satunya adalah komplikasi yang ditimbulkan, baik makrovaskular maupun mikrovaskular. Pada keadaan menahun, penyakit ini dapat menyebabkan kerusakan dan kegagalan berbagai organ, terutama mengenai mata, saraf, ginjal dan jantung.[2] Permasalahan lain adalah jumlah penderitanya yang terus meningkat, seperti yang dilaporkan oleh International Diabetes Federation (IDF) yang melaporkan bahwa pada tahun 2019 terdapat 463 juta penderita DM dan diperkirakan bahwa pada tahun 2030 akan meningkat menjadi 578 juta dan pada tahun 2045 diperkirakan menjadi 700 juta jiwa penyandang DM di seluruh dunia.[3] Sehingga hal ini memerlukan upaya pencegahan diabetes, baik pencegahan primer, sekunder, maupun tersier.

Salah satu aspek dalam terjadinya DM adalah kerusakan sel beta pankreas. Penelitian membuktikan bahwa penurunan fungsi sel beta bahkan sudah terjadi pada saat sebelum diabetes itu sendiri, yaitu pada fase toleransi glukosa terganggu (TGT). Penelitian membuktikan bahwa berkurangnya massa bahwa berkurangnya massa sel beta diakibatkan oleh meningkatnya apoptosis sel beta pankreas yang disebabkan oleh berbagai mekanisme. Berbagai mekanisme menginduksi apoptosis sel beta pankreas di antaranya adalah glukotoksisitas, lipotoksisitas, pembentukan amiloid (amilin), stres oksidatif, sitokin inflamasi, disfungsi mitokondria, stres retikulum endoplasma. Penelitian akhir-akhir ini juga menemukan bahwa berbagai mekanisme tersebut secara simultan

* Corresponding author: Email: mukhyarjon@lecturer.unri.ac.id
1 KJF Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Riau, Pekanbaru, Riau
2 KJF Kardiologi Fakultas Kedokteran Universitas Riau, Pekanbaru, Riau

"©The author(s) 2026. This article is licensed under: Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License."

mengakibatkan kegagalan sel beta pada diabetes.[4]

Hingga saat ini sudah banyak upaya untuk mengobati DM dan mencegah komplikasi DM. Sebagian besar obat-obat DM bekerja sebagai insulin sekretagok dan insulin sensitizer. Sementara obat-obat yang bekerja memperbaiki atau mengonversi sel beta sangat terbatas. Salah satu potensi dalam pengobatan DM adalah pemanfaatan tanaman obat yang banyak tersedia di tengah masyarakat, di antaranya adalah tanaman buah Seri (*Muntingia calabura*).

Tanaman ini sudah banyak diteliti untuk berbagai tujuan. Penelitian sudah membuktikan bahwa ekstrak tanaman ini memiliki berbagai khasiat diantaranya sebagai antiinflamasi,[5] menurunkan kolesterol dan lemak darah,[6] sebagai anti diabetes,[7] menurunkan stres oksidatif,[8] dan memperbaiki sel beta pankreas pada mencit.[9]

Mempertimbangkan bahwa di satu sisi kerusakan sel beta pankreas terjadi melalui berbagai mekanisme yang bekerja secara simultan, dan di sisi lain tanaman Muntingia calabura memiliki berbagai macam mekanisme kerja yang secara patofisiologis berpotensi menghambat terjadinya kerusakan sel beta pankreas. Maka kami mengajukan penelitian yang berjudul Efek proteksi ekstrak daun seri (*M. calabura*) terhadap kerusakan sel beta pankreas pada tikus yang diinduksi diet tinggi lemak.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis efek protektif pemberian ekstrak etanol daun Seri terhadap kerusakan pankreas pada tikus yang diinduksi diet tinggi lemak. Hasil penelitian diharapkan dapat menerangkan bahwa insulitis yang umumnya terjadi pada diabetes melitus tipe 1 juga dapat terjadi pada diabetes tipe 2 akibat pemberian diet tinggi lemak kronis.[10]

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental pada tikus dengan rancangan *post-test only*. Penelitian ini dilakukan di animal house, laboratorium biokimia dan laboratorium patologi anatomi FK Universitas Riau dari bulan Mei 2024 sampai Agustus 2024.

Perlakuan Hewan Coba

Jumlah sampel dihitung berdasarkan rumus federer yaitu (n-1) (t-1)≥15. Bila N = 4 kelompok maka jumlah satu kelompok adalah 6 sehingga minimal dibutuhkan 24 tikus percobaan. Tikus yang digunakan pada penelitian ini adalah tikus jalur wistar jantan dengan berat antara 120 gram sampai 200 gram. Pemilihan tikus Jantan pada penelitian ini adalah untuk menghilangkan pengaruh fluktuasi hormonal terhadap variabilitas data.[11] Variabel bebas penelitian ini adalah pemberian ekstrak etanol daun seri sementara variabel terikat adalah skor insulitis pankreas tikus. Penelitian ini menggunakan 28 tikus Jantan galur Wistar dengan berat badan 120-200 gram yang dibagi ke dalam 4 kelompok yaitu: kelompok 1 (K1) kelompok pakan standar puur babi (Hi Gro® 551) 20 gram/ekor/hari dan akuades ad libitum , K2 adalah kelompok diet tinggi lemak yang mengandung 50% lemak sapi dengan dosis 20 gram/ekor/hari, K3 adalah kelompok diet tinggi lemak dengan jumlah yang sama + ekstrak daun seri dengan dosis 100 mg/kg/hari dan K4 kelompok diet tinggi lemak dengan dosis dan jumlah yang sama + pioglitazone 6 mg/kg/hari. Setelah minggu ke 8 tikus dikorbankan. Jaringan pankreas diambil untuk dilakukan pemeriksan histopatologis.

Pembuatan Sediaan Histopatologi

Pengambilan organ pankreas dilakukan setelah tikus dianastesi terlebih dahulu menggunakan eter. Organ selanjutnya dimasukkan dalam bufer formalin 10%. Pembuatan preparat dari organ dikerjakan di Laboratorium Patologi Anatomi. Pewarnaan menggunakan *hematoxylin-eosin* (HE). Jaringan pankreas utuh difiksasi dan diproses seutuhnya, kemudian yang dinilai adalah seluruh pulau Langerhans kecuali kelenjar eksokrin. Analisis dilakukan di bawah mikroskop cahaya dan penilaian dilakukan dengan pembesaran 400x dan dengan sistem skoring sebagai berikut skor 0 (normal): dan dengan sistem skoring sebagai berikut skor 0 (normal): Tidak ditemukan adanya limfosit pada pulau Langerhans; skor 1 (insulitis ringan): terdapat sebukan sel-sel radang mononuklear (limfosit) di sekitar pulau Langerhans (periinsulitis); skor 2 (insulitis sedang): terdapat sebukan sel-sel radang mononuklear (limfosit)

di sebagian kecil pulau Langerhans (50%). Oleh karena jaringan pankreas tikus ini kecil, maka seluruh jaringan pankreas diproses menjadi blok parafin dan dibuat slide mikroskop. Pada slide, semua pulau Langerhans dinilai dan dirata-ratakan. Skor setiap slide mikroskopik dijumlahkan dan dihitung reratanya. Penilaian dilakukan oleh ahli patologi anatomi.

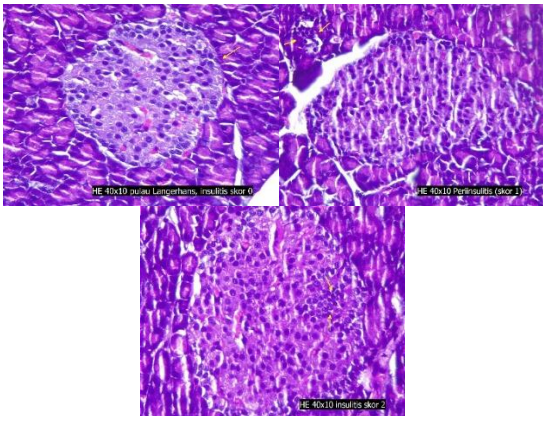
Analisis Data

Data skor histologi yang didapat dilakukan uji homogenitas dan variabilitas menggunakan Kolmogorof-Smirnof. Data yang didapatkan tidak homogen sehingga dilakukan uji non-parametrik yaitu uji *Kruskal-Wallis*. Perbedaan skor histologi antara kelompok diuji menggunakan uji Mann-Witney. Sementara kemaknaan secara statistik disimpulkan apabila nilai $p < 0.05$.

HASIL

Pada pengamatan mikroskopis sedian jaringan pankreas tikus didapatkan bahwa pada K1, semua lapangan pandang dari total 10 lapangan pandang yang diperiksa didapatkan skor 0, yang berarti tidak didapatkan insulitis. Pada K2 dari 10 lapang pandang didapatkan 3-7 lapang pandang dengan skor 1. Pada K3 didapatkan 1-2 lapang pandang dengan skor 1. Sementara itu, pada kelompok 4 didapatkan skor 1 ditemukan pada 1-5 lapang pandang dan skor 2 ditemukan pada 1 tikus pada 2 lapang pandang. Skor masing-masing lapangan pandang dapat dilihat pada Tabel 1. Gambaran histologis pankreas dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 1 menunjukkan bahwa pemberian diet tinggi lemak selama 8 minggu terbukti menginduksi insulitis ringan pada tikus. Sebaliknya pada tikus yang diberikan suplementasi



Gambar 1. Gambaran histologis pankreas tikus

Keterangan: Skor 0 menunjukkan tidak ditemukan adanya limfosit pada pulau Langerhans, Skor 1 (insulitis ringan): terdapat sebukan sel-sel radang mononuklear (limfosit) disekitar pulau Langerhans (periinsulitis) sedang skor 3 (insulitis sedang): terdapat sebukan sel-sel radang mononuklear (limfosit) di sebagian kecil pulau Langerhans (50%).

Ekstrak etanol *M. calabura* didapatkan lebih sedikit lapang pandang yang menunjukkan insulitis. Gambaran histologis pada masing-masing kelompok dilakukan skoring sehingga didapatkan rerata skor tingkat insulitis masing-masing kelompok seperti ditunjukkan pada Tabel 2. Pada tabel 2 terlihat bahwa rerata skor insulitis terendah adalah pada kelompok K1 yang merupakan tikus yang diberikan pakan standar dan skor insulitis tertinggi ditemukan pada kelompok yang diberikan diet tinggi lemak (K2). Distribusi rerata skor insulitis yang didapatkan sesuai dengan hasil skor untuk masing-masing lapang pandang besar seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 1.

Pada uji Statistik kami mendapatkan bahwa terdapat perbedaan median skor insulitis antara kelompok standar (K1) dengan kelompok diet tinggi lemak (K2). Sementara tidak ditemukan perbedaan median skor insulitis antara kelompok diet tinggi lemak (K2) dengan kelompok daun seri (K3). Begitu juga tidak ditemukan perbedaan median skor insulitis antara kelompok diet tinggi lemak (K2) dengan kelompok pioglitazone (K4) (Tabel 3).

Tabel 1. Skor insulitis masing-masing kelompok berdasarkan lapangan pandang

Kelompok	No	LPB 1	LPB 2	LPB 3	LPB 4	LPB 5	LPB 6	LPB 7	LPB 8	LPB 9	LPB 10
K1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1
	3	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
	4	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0
	5	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
K3	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	5	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
K4	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
	3	0	1	1	2	0	0	1	2	1	1
	4	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0
	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Keterangan:
K1 adalah kelompok standar; K2 adalah kelompok diet tinggi lemak, K3 adalah kelompok yang mendapatkan diet tinggi lemak + ekstrak etanol M. calabura dan K4 adalah kelompok yang mendapatkan diet tinggi lemak dan pioglitazone. LPB adalah singakatan lapangan pandang besar.

Tabel 2. Skor insulitis masing-masing kelompok perlakuan

Kelompok	Median	Interquartile Range
1	0,00	0,00
2	0,60	0,50
3	0,20	0,00
4	0,20	0,20

Keterangan:
K1 adalah kelompok standar; K2 adalah kelompok diet tinggi lemak, K3 adalah kelompok yang mendapatkan diet tinggi lemak + ekstrak etanol M. calabura dan K4 adalah kelompok yang mendapatkan diet tinggi lemak dan pioglitazone (data tidak berdistribusi normal)

Tabel 3. Perbedaan skor insulitis antar kelompok perlakuan

Kelompok	Median + Interquartile Range	P
K1 Vs K2	0.00 ± 0.00 Vs 0.60 ± 0.50	0.018
K2 Vs K3	0.60 ± 0.50 Vs 0.20 ± 0.00	0.094
K2 Vs K4	0.60 ± 0.50 Vs 0.20 ± 2.00	0.171

Keterangan:
K1 adalah kelompok standar; K2 adalah kelompok diet tinggi lemak, K3 adalah kelompok yang mendapatkan diet tinggi lemak + ekstrak etanol M. calabura dan K4 adalah kelompok yang mendapatkan diet tinggi lemak dan pioglitazone (data tidak berdistribusi normal).

PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, pada tikus yang diberikan diet standar (K1) tidak ditemukan adanya insulitis, sedangkan pada tikus yang diberikan diet tinggi lemak (K2) ditemukan adanya insulitis ringan yang ditandai dengan sebukan sel limfosit di sekitar pulau Langerhans (tabel 2). Hal ini juga ditemukan oleh Hong dkk.[12] dan Ismail dkk.[13], yang membandingkan gambaran histologi pankreas pada tikus yang diberikan diet standar dan diet tinggi lemak.[13] Lebih jauh Hong dkk menerangkan bahwa terjadinya inflamasi diperantarai oleh *Tol like receptor 4* (TLR4).[14]

Perbedaan antara K1 dan K2 membuktikan bahwa pemberian diet tinggi lemak pada tikus yang diberikan diet tinggi lemak dapat menyebabkan insulitis pada tikus. Hal ini juga ditemukan pada penelitian-penelitian sebelumnya seperti penelitian yang dilakukan oleh Clinkinbeard dkk. yang menemukan bahwa pemberian diet tinggi lemak dapat menyebabkan pankreatitis kronis pada mencit.[10] Hal ini dapat terjadi melalui berbagai mekanisme diantaranya melalui jalur TLR4 seperti yang dikemukan Hong dkk.[14] atau melalui peningkatan TNF alfa dan caspase seperti yang ditemukan oleh Ismail.[13] Jalur TLR4 diaktifkan ketika *LPS binding protein* (LBS) mengikatkan dan mengarahkan LPS ke CD4. CD4 kemudian mentransfer LPS ke kompleks TLR4-MD2. Kompleks TLR4-MD2 kemudian menstimulasi jalur sinyal yang terkait dengan MyD88, selanjutnya mengaktifkan faktor transkripsi NFκB. Aktivasi NFκB memicu ekspresi protein proinflamasi seperti IL6, TNFα, IL1B dan IL12.[15]

Meningkatnya TNF alfa pada tikus yang mendapatkan diet tinggi lemak sesuai dengan penelitian Hong dkk.[14] bahwa pemberian diet tinggi lemak dapat mengaktifkan TLR4 yang kemudian meningkatkan kerja faktor NFκB yang merupakan faktor transkripsi untuk ekspresi protein-protein proinflamasi, di mana salah satunya adalah TNF alfa.[15] Sementara itu caspase, seperti caspase 3 merupakan suatu protease yang berperan dalam apoptosis. Diet tinggi lemak akan merangsang produksi *Reactive Oxygen Species* (ROS).

Produksi ROS yang tinggi di satu sisi akan merangsang jalur sinyal yang menghasilkan sitokin proinflamasi namun di sisi yang lain akan mengaktifkan protein Bcl2 dan Bax yang selanjutnya mengakibatkan apoptosis yang difasilitasi oleh Caspase 3.[16] Dapat disimpulkan bahwa kerusakan sel beta/pankreatitis pada tikus yang diberikan diet tinggi lemak dapat terjadi secara nekrosis maupun apoptosis.

Pada penelitian ini kami tidak menemukan efek proteksi suplementasi ekstrak daun seri terhadap insulitis yang ditunjukkan pada Tabel 3. Hal ini berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Aligita dkk. yang menemukan bahwa ekstrak daun kersen dapat memperbaiki pankreas pada mencit.[17] Hal yang berbeda juga ditemukan oleh Busman dkk. yang menemukan bahwa ekstrak etanol daun kersen dapat memperbaiki kerusakan sel beta pankreas.[18] Perbedaan hasil yang ditemukan antara penelitian ini dengan penelitian sebelumnya mungkin disebabkan oleh perbedaan cara induksi insulitis dan dosis ekstrak daun yang digunakan.

Pada penelitian ini, induksi insulitis menggunakan diet tinggi lemak, sementara penelitian Aligita dkk. dan Busman dkk. menggunakan alloxan yang diketahui dapat menyebabkan kerusakan masif kelenjar pankreas.[17,18] Hal ini menyebabkan efek pemberian ekstrak lebih jelas terlihat, meskipun pada dosis yang lebih kecil (100 mg/kgBB/hari). Pada penelitian ini dosis ekstrak yang digunakan adalah dosis 100 mg/kgBB/hari sedangkan penelitian lain meneliti dosis yang lebih besar 100 mg, 200 mg dan 400 mg. Sementara hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis efektif yang memberikan efek adalah 400 mg/dL.[17]

SIMPULAN

Pemberian diet tinggi lemak selama 8 minggu menyebabkan insulitis pada tikus Wistar jantan. Pemberian ekstrak daun seri 100 mg/kg tidak dapat menghambat insulitis pada tikus yang diberikan diet tinggi lemak. Kami menyarankan penggunaan dosis ekstrak yang lebih besar dengan masa induksi yang lebih panjang.

Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan teri ma kasih kepada universitas riau yang sudah mendanai penelitian ini dan FK Unri yang sudah memfasilitasi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kazi AA, Blonde L. Classification of Diabetes Mellitus. Vol 21. 2001. doi:10.5005/jp/books/12855_84
2. Chawla A, Chawla R, Jaggi S. Microvasular and macrovascular complications in diabetes mellitus: Distinct or continuum? Indian J Endocrinol Metab. 2016;20(4):546-553. doi:10.4103/2230-8210.183480
3. International Diabetes Federation. Diabetes Atlas 11th Edition 2025. 2025. Accessed April 20, 2026. Available from: https://international-

diabetes-federation.s3.eu-west-1.amazonaws.com/media/uploads/sites/3/2025/10/IDF_Diabetes_Atlas_11th_Edition_2025_WEB.pdf

4. Saisho Y. β-cell dysfunction: Its critical role in prevention and management of type 2 diabetes. World J Diabetes. 2015;6(1):109. doi:10.4239/wjd.v6.i1.109
5. Lin JT, Chang YY, Chen YC, Shen BY, Yang DJ. Molecular mechanisms of the effects of the ethanolic extract of Muntingia calabura Linn. fruit on lipopolysaccharide-induced pro-inflammatory mediators in macrophages. Food Funct. 2017;8(3):1245-1253. doi:10.1039/c6fo01735e
6. Layli AN, Djamiatun K, Kartasurya MI. Pengaruh Ekstrak Daun Kersen (Muntingia calabura L) terhadap Kolesterol Darah, Soluble ICAM-1 dan Pembentukan Sel Busa pada Tikus dengan Diet Tinggi Lemak dan Kolesterol. Jurnal Kedokteran Brawijaya. 2017;29(3):202-208. doi:10.21776/ub.jkb.2017.029.03.4
7. Kurnia DC. Pemanfaatan Daun Kersen (Muntingia calabura L.) dalam Penanganan Diabetes Mellitus. Berkala Ilmiah Mahasiswa Farmasi Indonesia (BIMFI). 2020;7(1):017-025. doi:10.48177/bimfi.v7i1.7
8. Pertiwi RD, Suwaldi, Martien R, Setyowati EP. Radical Scavenging Activity and Quercetin Content of Muntingia calabura L. Leaves Extracted by Various Ethanol Concentration. Journal of Food and Pharmaceutical Sciences. 2020;(September):1. doi:10.22146/jfps.581
9. Busman H, Lestari RP, Rosa E, Arifiyanto A. Kersen (Muntingia calabura L.) Ethanol Extract Repairs Pancreatic Cell Damage, Total Coliforms, and Lactic Acid Bacteria in Hyperglycemic Mice. J Pure Appl Microbiol. 2022;16(3):1943-1952. doi:10.22207/JPAM.16.3.41
10. Clinkinbeard T, Kline RH, Zhang LP, McIlwrath SL, Watkins JF, Westlund KN. A Mouse Model of Chronic Pancreatitis Induced by an Alcohol and High Fat Diet. Open Pain J. 2017;10(1):81-89. doi:10.2174/1876386301710010081
11. Nakajima S, Li M. Male and Female Laboratory Rats Equally Acquire Running-Based Flavor-Aversion Learning1. Japanese Psychological Research. Published online 2023. doi:10.1111/jpr.12481. Available from: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jpr.12481
12. Hong YP, Yu J, Su YR, et al. High-Fat Diet Aggravates Acute Pancreatitis via TLR4-Mediated Necroptosis and Inflammation in Rats. Oxid Med Cell Longev. 2020;2020. doi:10.1155/2020/8172714
13. Ismail OI. Effect of High Fat Diet on the structure of Pancreas rat and the ameliorative effect of Vitamin D. SVU-International Journal of Medical Sciences. 2023;6(2):736-752. doi:10.21608/svuijm.2023.228257.1644
14. Hong YP, Yu J, Su YR, et al. High-Fat Diet Aggravates Acute Pancreatitis via TLR4-Mediated Necroptosis and Inflammation in Rats. Oxid Med Cell Longev. 2020;2020:8172714. doi:10.1155/2020/8172714
15. Mattke J, Darden CM, Lawrence MC, et al. Toll-like receptor 4 in pancreatic damage and immune infiltration in acute pancreatitis. Front Immunol. Frontiers Media SA. 2024;15. doi:10.3389/fimmu.2024.1362727
16. (Lulji Taraqaz) BYP, Hsu YT, Tsai PH, et al. Pancreatic β-cell apoptosis caused by apolipoprotein C3-rich low-density lipoprotein is attenuated by kansuinine A through oxidative stress inhibition. Biomedicine and Pharmacotherapy. 2025;187. doi:10.1016/j.biopha.2025.118066.
17. Aligita W, Susilawati E, Sukmawati IK, Holidayanti L, Riswanti J. Antidiabetic activities of Muntingia calabura L. leaves water extract in type 2 diabetes mellitus animal models. Indonesian Biomedical Journal. 2018;10(2):165-170. doi:10.18585/inabj.v10i2.405
18. Busman H, Lestari RP, Rosa E, Arifiyanto A. Kersen (Muntingia calabura L.) Ethanol Extract Repairs Pancreatic Cell Damage, Total Coliforms, and Lactic Acid Bacteria in Hyperglycemic Mice. J Pure Appl Microbiol. 2022;16(3):1943-1952. doi:10.22207/JPAM.16.3.41