

## Efek Pemberian Suspensi Ekstrak Kulit Pisang Goroho (*Musa acuminata*) Sebagai Antihiperglikemia

Salwa Asiking<sup>1</sup>, Nadia Ayuwanda Syahputri Akune<sup>2\*</sup>, Ahlan Sangkal<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup> D3 Farmasi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Manado, Indonesia

<sup>2</sup> Program Studi S1 Farmasi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Manado, Indonesia

Open Access Freely Available Online

Dikirim: 30 Juni 2026

Direvisi: 15 Juli 2026

Diterima: 27 Juli 2026

\*Penulis Korespondensi:

E-mail:

[nadiaakune22@gmail.com](mailto:nadiaakune22@gmail.com)

### ABSTRAK

Hiperglikemia merupakan kondisi peningkatan kadar glukosa darah yang dapat menyebabkan berbagai komplikasi kronis. Kulit pisang goroho (*Musa acuminata*) mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid, tanin, dan fenolik yang berpotensi sebagai antihiperglikemia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas suspensi ekstrak kulit pisang goroho dalam menurunkan kadar glukosa darah pada mencit menggunakan metode Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO). Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental menggunakan 9 ekor mencit putih jantan yang dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu kontrol negatif (NaCMC 1%), kontrol positif (glibenklamid 0,65 mg/kgBB), dan kelompok perlakuan yang diberi suspensi ekstrak kulit pisang goroho dosis 400 mg/kgBB. Pengukuran kadar glukosa darah dilakukan pada T0, T30, T60, T90, dan T120 menggunakan glukometer. Data dianalisis berdasarkan selisih rata-rata penurunan kadar glukosa darah antar kelompok. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh kelompok mengalami peningkatan kadar glukosa pada T30, kemudian menurun hingga T120. Kelompok ekstrak kulit pisang goroho menunjukkan penurunan kadar glukosa darah yang lebih baik dibandingkan kontrol negatif dan pada beberapa interval waktu hampir setara dengan kontrol positif. Disimpulkan bahwa suspensi ekstrak kulit pisang goroho memiliki aktivitas antihiperglikemia dan berpotensi dikembangkan sebagai bahan alam untuk membantu pengendalian kadar glukosa darah.

**Kata kunci:** hiperglikemia, *Musa acuminata*, mencit, tes toleransi glukosa oral

### ABSTRACT

Hyperglycemia is a condition characterized by elevated blood glucose levels that may lead to chronic complications. Goroho banana (*Musa acuminata*) peel contains bioactive compounds, including flavonoids, tannins, and phenolics, with potential antihyperglycemic activity. This experimental study evaluated the effectiveness of a goroho banana peel extract suspension in reducing blood glucose levels in mice using the Oral Glucose Tolerance Test (OGTT). 9 male white mice were randomly divided into three groups: a negative control (1% NaCMC), a positive control (glibenclamide 0.65 mg/kg body weight), and a treatment group receiving goroho banana peel extract suspension at 400 mg/kg body weight. Blood glucose levels were measured at T0, T30, T60, T90, and T120 using a glucometer, and data were analyzed by comparing the mean reductions among groups. All groups showed increased blood glucose levels at T30, followed by a gradual decline until T120. The treatment group demonstrated a greater reduction than the negative control, with glucose levels at several time points approaching those of the positive control. These findings indicate that goroho banana peel extract suspension exhibits antihyperglycemic activity and has potential for development as a natural agent to help control blood glucose levels.

**Keywords:** hyperglycemia, *musa acuminata*, mice, oral glucose tolerance test

### PENDAHULUAN

Hiperglikemia merupakan kondisi medis yang ditandai dengan peningkatan kadar glukosa darah melebihi batas normal dan menjadi salah satu karakteristik utama diabetes melitus.

Hiperglikemia yang berlangsung secara kronis dapat menyebabkan glukotoksitas yang mengakibatkan penurunan fungsi dan sekresi insulin oleh sel  $\beta$  pankreas serta memperburuk resistensi insulin. Kondisi ini membentuk suatu

siklus yang semakin meningkatkan kadar glukosa darah (Weir *et al.*, 2021; Campbell & Newgard, 2021). Kondisi ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti predisposisi genetik, resistensi insulin, serta perubahan gaya hidup modern yang ditandai dengan pola makan tinggi karbohidrat sederhana dan rendah aktivitas fisik. Hiperglikemia yang tidak terkontrol dapat menimbulkan berbagai komplikasi kronis, seperti retinopati, nefropati, neuropati, penyakit jantung, dan gangguan pembuluh darah sehingga menjadi salah satu masalah kesehatan yang serius di dunia (American Diabetes Association, 2025).

Di Indonesia, prevalensi diabetes melitus terus mengalami peningkatan, sehingga diperlukan upaya pengobatan yang efektif, aman, dan terjangkau untuk mengendalikan kadar glukosa darah serta mencegah terjadinya komplikasi (Sun *et al.*, 2022). Penggunaan obat tradisional berbahan alam semakin berkembang seiring meningkatnya fenomena *back to nature*. Masyarakat memilih obat herbal karena dinilai lebih mudah diperoleh, lebih terjangkau, serta dipercaya memiliki efek samping yang lebih rendah dibandingkan obat sintetis. Namun, keamanan dan efektivitasnya tetap bergantung pada ketepatan penggunaan, mutu produk, dan bukti ilmiah yang mendukungnya (Sumayyah & Salsabila, 2017). Berbagai tanaman telah diteliti memiliki aktivitas antihiperglikemia, salah satunya adalah pisang goroho (*Musa acuminata*) yang diketahui mengandung metabolit sekunder seperti flavonoid, tanin, saponin, dan senyawa fenolik yang berpotensi menurunkan kadar glukosa darah (Singh, 2019). Senyawa flavonoid berperan dalam melindungi sel  $\beta$  pankreas dan meningkatkan metabolisme glukosa, sedangkan tanin dapat menghambat proses glikosidasi dan absorpsi glukosa sehingga membantu mengendalikan kadar glukosa darah (Hatriyani, 2024).

Pada tingkat lokal, pisang goroho merupakan varietas pisang khas Sulawesi Utara yang banyak dibudidayakan dan dimanfaatkan sebagai bahan pangan tradisional (Tambalean *et al.*, 2023). Kulit pisang goroho yang merupakan limbah hasil pengolahan buah umumnya belum dimanfaatkan secara optimal oleh masyarakat dan sering kali hanya dibuang (Qonitah *et al.*, 2023). Padahal, kulit pisang goroho diketahui mengandung antioksidan, serat, flavonoid, tanin, dan senyawa fenolik yang memiliki potensi sebagai antihiperglikemia melalui mekanisme penghambatan enzim  $\alpha$ -amilase dan  $\alpha$ -glukosidase, perlindungan terhadap sel  $\beta$  pankreas

dari stres oksidatif, serta memperlambat absorpsi glukosa di usus (Hatriyani, 2024). Potensi tersebut menunjukkan bahwa limbah kulit pisang goroho dapat dikembangkan menjadi bahan baku obat tradisional yang bernilai tambah.

Pemanfaatan ekstrak kulit pisang goroho dalam bentuk sediaan suspensi menjadi salah satu alternatif yang dapat meningkatkan kemudahan penggunaan dan keseragaman dosis. Suspensi merupakan sediaan liquid yang mengandung partikel padat tidak larut yang terdispersi dalam medium cair dengan bantuan bahan pensuspensi sehingga zat aktif dapat terdistribusi secara merata (United States Pharmacopeia, 2023). Meskipun beberapa penelitian telah melaporkan aktivitas antihiperglikemia kulit pisang, data ilmiah mengenai efektivitas suspensi ekstrak kulit pisang goroho sebagai antihiperglikemia, khususnya pada hewan uji mencit (*Mus musculus*), masih terbatas. Mencit dipilih sebagai hewan uji karena memiliki karakteristik fisiologis yang baik untuk penelitian, mudah dipelihara, dan banyak digunakan dalam pengujian aktivitas farmakologi (Santoso *et al.*, 2023).

Berdasarkan uraian tersebut, masalah utama dalam penelitian ini adalah belum adanya informasi ilmiah yang memadai mengenai efektivitas suspensi ekstrak kulit pisang goroho (*Musa acuminata*) dalam menurunkan kadar glukosa darah pada kondisi hiperglikemia. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk memperoleh data ilmiah mengenai potensi suspensi ekstrak kulit pisang goroho sebagai antihiperglikemia serta mengetahui efektivitas pemberiannya terhadap penurunan kadar glukosa darah pada mencit yang diinduksi aloksan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai pemanfaatan limbah kulit pisang goroho sebagai bahan obat tradisional dan menjadi dasar bagi pengembangan penelitian selanjutnya di bidang farmasi bahan alam.

## METODE

Jenis penelitian ini adalah eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Farmakognosi Program Studi D3 Farmasi Universitas Muhammadiyah Manado. Penelitian ini menggunakan hewan uji yaitu, mencit. Selain mencit, sampel yang digunakan kulit pisang goroho yang diambil di Desa Mopusi, Kecamatan Lolayan, Kabupaten Bolaang Mongondow. Kemudian kulit pisang goroho dibuat simplisia sesuai dengan tahapan pembuatan simplisia hingga menjadi serbuk. Penelitian ini dilakukan pada bulan april sampai bulan mei tahun 2026.

Alat yang digunakan meliputi alat-alat gelas (Pyrex), batang pengaduk, blender, cawan porselin (Pyrex), glucometer (Easy Touch® GCU), gunting, hotplate, kaca arloji, lumpang dan alu, pisau, sendok tanduk, sonde oral, disposable syringe 1 ml, strip glukosa darah (Easy Touch®, Taiwan), timbangan, toples, wadah, dan water bath.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi aquadest, etanol 96%, kertas saring, kulit pisang goroho (*Musa acuminata*), glibenklamid tablet (*P.T. FIRST MEDIPHARMA*), natrium karboksimetil selulosa (*Na-CMC*).

#### **Pembuatan Ekstrak Kulit Pisang Goroho**

Serbuk kulit pisang goroho di timbang terlebih dahulu, sampel kemudian dimasukkan ke dalam bejana yang telah diiapkan kemudian di ekstraksi dengan metode maserasi menggunakan etanol 96% selama 3x24 jam sambil sesekali dilakukan pengadukan. Selanjutnya sampel di saring untuk memisahkan filtrat dengan residu. Filtrat yang di peroleh dari proses penyaringan ditempatkan dalam wadah. Kemudian dilakukan proses penguapan dengan menggunakan alat *water bath* sampai terbentuk ekstrak kental kulit pisang goroho.

#### **Pembuatan Larutan CMC-Na 1% sebagai zat pembawa**

Suspensi NaCMC 1% dibuat dengan melarutkan sebanyak 1 gram Na-CMC dilarutkan dengan aquadest sebanyak 50 ml kemudian dibiarkan selama setengah jam sampai mendapatkan massa transparan, setelah itu ditambahkan aquadest 100 mL (Sangkal, 2021).

#### **Pembuatan Larutan Glukosa**

Larutan glukosa dibuat dengan cara menimbang glukosa sebanyak 50 gram dimasukan kedalam beker glas 100 ml, lalu disuspensikan bersama 100 ml NaCMC 1% sampai homogen (Ismail R dan Sangkal A, 2024).

#### **Pembuatan Suspensi Glibenklamid**

Tabel konversi perhitungan dosis untuk berbagai hewan uji dari berbagai spesies dan manusia, maka konversi dosis manusia dengan berat badan 70 kg pada mencit dengan berat badan 20 gram adalah 0,0026 gram. Dosis yang dipakai untuk orang dewasa adalah 5 mg, jadi dosis untuk mencit 20 gram adalah 0,65 mg/kg. (Sangkal, 2021).

#### **Pembuatan Suspensi Ekstrak Kulit Pisang Goroho**

Ekstrak kulit pisang goroho akan diberikan dalam dosis 400 mg/kgBB. Pada Mencit dengan bobot 15 - 20g. untuk dosis 400 mg/kgBB dibuat dengan menimbang sebanyak 400 mg ekstrak kulit pisang goroho lalu dilarutkan kedalam 10 mL NaCMC 1%.

#### **Pengelompokan Hewan Uji**

Sebanyak 9 ekor mencit putih jantan dibagi menjadi 3 kelompok, pertama adalah kelompok kontrol negatif yang diberikan NaCMC dengan dosis 5 mL/kg bb. Kelompok kedua adalah kelompok pembanding yang diberikan glibenklamid dengan dosis mencit diberikan 0,65 mg/kg BB. Kelompok ketiga adalah kelompok ekstrak kulit pisang goroho (*Musa acuminata*).

#### **Uji Antihiperglikemia Dengan Metode TTGO**

Tahap awal hewan uji diadaptasikan terlebih dahulu agar memberikan kenyamanan terhadap lingkungan baru. Selanjutnya diberi makan dan minum secara teratur selama 1 minggu, dipuaskan selama 12 jam (tetap diberi minum). Hewan uji ditimbang untuk mengetahui berat badan, dimana hasil pengukuran berat badan akan digunakan dalam pemberian dosis bahan uji. Tahap ke dua dilakukan pengukuran kadar glukosa darah awal menggunakan glucometer/ glucose test, test-strips melalui intravena ekor menit 0 ( $T_0$ ). Setelah itu diberikan bahan uji sesuai dosis secara oral. Tahap ke tiga pada menit 30 ( $T_{30}$ ) dari pemberian bahan uji diberikan glukosa sesuai dosis secara oral. Tahap keempat pengukuran kadar glukosa darah dengan interval waktu menit ke 60 ( $T_{60}$ ), menit ke 90 ( $T_{90}$ ), menit ke 120 ( $T_{120}$ ) (Sangkal, 2021).

#### **Indikator Capaian yang Terukur di Setiap Tahapan**

Indikator capaian dari riset ini adalah diperolehnya penurunan kadar glukosa darah yang signifikan pada mencit hiperglikemia sesuai dengan peningkatan dosis suspensi ekstrak kulit pisang goroho.

#### **Analisis Data**

Data hasil uji antidiabetes dianalisis dengan melihat perbandingan selisih rata-rata penurunan kadar glukosa darah dari setiap kelompok uji.

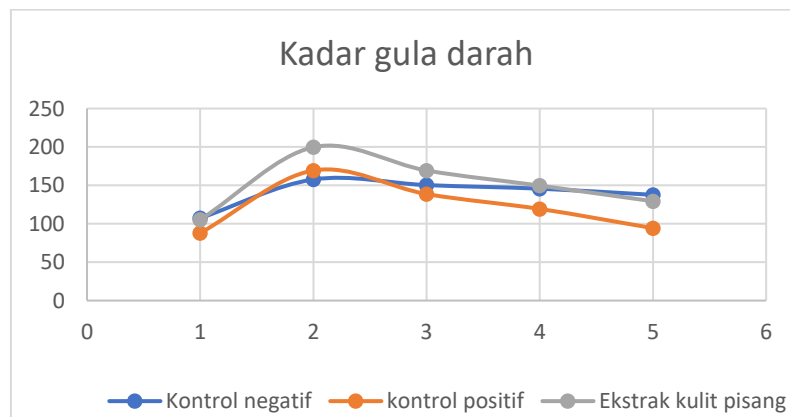
### **HASIL**

Hasil pengukuran kadar glukosa darah mencit pada uji toleransi glukosa oral (TTGO) untuk setiap hewan uji pada kelompok kontrol negatif, kontrol positif, dan ekstrak kulit pisang goroho pada waktu pengamatan  $T_0$ ,  $T_{30}$ ,  $T_{60}$ ,  $T_{90}$ ,

dan T<sub>120</sub> setelah pemberian glukosa disajikan pada tabel 1.

Tabel 1  
Rata-rata kadar glukosa darah (mg/dL)

| Kelompok             | T0     | T30    | T60    | T90    | T120   |
|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Kontrol Negatif      | 107.33 | 157.67 | 150.33 | 145.67 | 137.67 |
| Kontrol Positif      | 88     | 169.33 | 138.67 | 119.33 | 94.33  |
| Ekstrak Kulit Pisang | 105.33 | 199.67 | 169.33 | 149.67 | 129.33 |



Gambar 1. Grafik Rata-rata kadar glukosa darah (mg/dL)

Selisih rata-rata penurunan kadar glukosa darah pada setiap interval waktu pengamatan (T<sub>30</sub>-T<sub>60</sub>, T<sub>60</sub>-T<sub>90</sub>, dan T<sub>90</sub>-T<sub>120</sub>). Data ini digunakan untuk membandingkan efektivitas

penurunan kadar glukosa darah untuk setiap kelompok uji disajikan pada tabel 2.

Tabel 2  
Selisih rata-rata penurunan kadar glukosa darah (mg/dL)

| Kelompok             | T0-T <sub>30</sub> | T <sub>30</sub> -T <sub>60</sub> | T <sub>60</sub> -T <sub>90</sub> | T <sub>90</sub> -T <sub>120</sub> |
|----------------------|--------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| Kontrol Negatif      | 50,33              | 7,33                             | 4,67                             | 8                                 |
| Kontrol Positif      | 81,33              | 30,67                            | 19,33                            | 25                                |
| Ekstrak Kulit Pisang | 94,33              | 30,33                            | 19,67                            | 20,33                             |

## PEMBAHASAN

Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan tiga kelompok perlakuan, yaitu kelompok kontrol negatif yang diberikan NaCMC 1%, kelompok kontrol positif yang diberikan suspensi glibenklamid, dan kelompok ekstrak kulit pisang goroho. Parameter yang diamati adalah perubahan kadar glukosa darah pada menit ke-30 (T<sub>30</sub>), ke-60 (T<sub>60</sub>), ke-90 (T<sub>90</sub>), dan ke-120 (T<sub>120</sub>). Berdasarkan hasil penelitian, semua kelompok mengalami peningkatan kadar glukosa darah pada menit ke-30 (T<sub>30</sub>) setelah pemberian glukosa, kemudian diikuti penurunan kadar glukosa hingga menit ke-120 (T<sub>120</sub>). Hasil ini menunjukkan bahwa pemberian glukosa berhasil menginduksi kondisi hiperglikemia sementara yang selanjutnya direspons oleh mekanisme regulasi glukosa tubuh maupun perlakuan yang diberikan (Katzung, 2021).

Kelompok kontrol negatif yang diberi NaCMC 1% tidak mengalami perubahan kadar glukosa darah yang signifikan. Menurut Akuba *et al.* (2025) kelompok kontrol negatif yang hanya diberikan Na-CMC tidak menunjukkan aktivitas antidiabetes sehingga kadar glukosa darah tetap lebih tinggi dibandingkan kelompok perlakuan.

Kelompok kontrol positif yang diberi suspensi glibenklamid menunjukkan kadar glukosa awal sebesar 169,33 mg/dL pada T<sub>30</sub> menjadi 94,33 mg/dL pada T<sub>120</sub>, penurunan ini terjadi karena glibenklamid, sebagai golongan sulfonilurea, menurunkan kadar glukosa darah dengan merangsang sekresi insulin dari sel  $\beta$  pankreas melalui penghambatan kanal kalium sensitif ATP (KATP), yang menyebabkan depolarisasi membran sel, masuknya ion kalsium, dan pelepasan insulin (Tysoe, 2023). Selain itu, glibenklamid banyak digunakan sebagai obat pembanding (*positive control*) pada penelitian



praklinik antidiabetes karena memiliki efektivitas yang telah terbukti dalam menurunkan kadar glukosa darah pada berbagai model hewan diabetes, sehingga menjadi standar untuk mengevaluasi aktivitas antihiperglikemik senyawa uji (Janapati & Junapudi, 2024).

Kelompok yang diberikan suspensi ekstrak kulit pisang goroho diperoleh kadar glukosa awal sebesar 199,67 mg/dL pada T<sub>30</sub>, menurun menjadi 169,33 mg/dL pada T<sub>60</sub>, 149,67 mg/dL pada T<sub>90</sub>, dan 129,33 mg/dL pada T<sub>120</sub>. Efek penurunan tersebut menunjukkan bahwa ekstrak kulit pisang goroho memiliki kandungan senyawa seperti flavonoid, polifenol dan tanin yang berfungsi sebagai antihiperglikemia. Senyawa-senyawa tersebut berperan sebagai antioksidan yang membantu mengurangi stres oksidatif, melindungi sel  $\beta$  pankreas, serta memperbaiki metabolisme glukosa sehingga berkontribusi dalam menurunkan kadar glukosa darah.

Berdasarkan Tabel 2, selisih rata-rata penurunan kadar glukosa darah pada waktu T<sub>30</sub>–T<sub>60</sub> menunjukkan kelompok ekstrak kulit pisang goroho mengalami penurunan sebesar 30,33 mg/dL, hampir setara dengan kontrol positif sebesar 30,67 mg/dL, sedangkan kontrol negatif hanya 7,33 mg/dL. Hal ini menunjukan bahwa ekstrak kulit pisang goroho mampu menurunkan kadar glukosa darah setelah fase puncak hiperglikemia (Katzung, 2021).

Kemampuan ekstrak kulit pisang goroho dalam menurunkan kadar glukosa darah diduga berkaitan dengan kandungan metabolit sekundernya. Hasil penelitian sebelumnya mengenai potensi antidiabetes kulit pisang goroho (*Musa acuminata*.) yang dilakukan oleh Kwok *et al.* (2025) melaporkan bahwa kulit pisang goroho memiliki aktivitas antihiperglikemia yang berasal dari kandungan fenolik dan flavonoid yang mampu menghambat enzim pencernaan karbohidrat serta meningkatkan metabolisme glukosa. Penelitian lain menunjukkan bahwa ekstrak kulit pisang memiliki kemampuan menghambat aktivitas  $\alpha$ -glukosidase dan  $\alpha$ -amilase secara signifikan sehingga berpotensi digunakan sebagai agen antidiabetes alami (Suwarna & Lo, 2026).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa suspensi ekstrak kulit pisang goroho memiliki aktivitas antihiperglikemia yang ditandai dengan kemampuan menurunkan kadar glukosa darah mencit setelah pemberian glukosa. Hasilnya belum seefektif glibenklamid, tetapi karena berasal dari bahan alami dengan efek samping

yang lebih ringan, bahan ini berpotensi digunakan sebagai terapi pendukung hiperglikemia.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian menggunakan metode Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO), suspensi ekstrak kulit pisang goroho (*Musa acuminata*) menunjukkan aktivitas antihiperglikemia. Ekstrak kulit pisang goroho memberikan efek penurunan kadar glukosa darah yang lebih baik pada setiap pengamatan. Meskipun efektivitasnya masih lebih rendah dibandingkan kontrol positif (glibenklamid), pada beberapa waktu kemampuan penurunan glukosa oleh ekstrak hampir setara dengan glibenklamid. Hasil ini menunjukkan bahwa kandungan senyawa bioaktif dalam kulit pisang goroho berpotensi berperan dalam mengendalikan kadar glukosa darah. Dengan demikian, suspensi ekstrak kulit pisang goroho berpotensi dikembangkan sebagai bahan alam yang memiliki aktivitas antihiperglikemia dan dapat menjadi alternatif pendukung dalam pengelolaan hiperglikemia, meskipun masih diperlukan penelitian lebih lanjut.

## REFERENSI

- Akuba, J., Djuwarno, E. N., Hiola, F., Pakaya, M. S., & Abdulkadir, W. (2022). Efektivitas Penurunan Kadar Glukosa Darah Daun Lamtoro (*Leucaena leucocephala* L.) Pada Mencit Jantan (*Mus musculus* L.). *Journal Syifa Sciences and Clinical Research (JSSCR)*, 4(1), 293-300.  
<https://doi.org/10.37311/jsscr.v4i1.14913>
- American Diabetes Association Professional Practice Committee. (2025). 2. *Diagnosis and classification of diabetes: Standards of Care in Diabetes—2025. Diabetes Care*, 48 (Suppl. 1), S27–S49.  
<https://doi.org/10.2337/dc25-S002>
- Campbell, J. E., & Newgard, C. B. (2021). Mechanisms controlling pancreatic islet cell function in insulin secretion. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 22, 142–158.  
<https://doi.org/10.1038/s41580-020-00317-7>
- Hatriyani, C. P., Pusmarani, J., & Jeika, E. (2024). Uji efektivitas anti hiperglikemik ekstrak etanol kulit pisang raja (*Musa paradisiaca sapientum*) pada tikus (*Rattus norvegicus*) yang diinduksi aloksan. *Jurnal Pharmacia Mandala Waluya*, 3(2), 62–71.  
<https://doi.org/10.54883/jpmw.v3i2.25>
- Ismail, R., & Sangkal, A. (2024). Antihyperglycemic effectiveness of ethanolic extract of takokak fruit (*Solanum*

- torvum Swartz) on male white rats (*Rattus norvegicus*) induced by glucose. *International Journal of Health Science (IJHS)*, 5(2).  
<https://doi.org/10.55606/ijhs.v5i2.5679>
- Janapati, Y. K., & Junapudi, S. (2024). Progress in experimental models to investigate the in vivo and in vitro antidiabetic activity of drugs. *Animal Models and Experimental Medicine*, 7(3), 297–309.  
<https://doi.org/10.1002/ame2.12442>
- Katzung, B. G. (2021). *Basic and clinical pharmacology* (15th ed.). McGraw-Hill Education.
- Kwok, J. J. N., Chen, M. K., Ong, C. W., & Chen, L. (2025). Antidiabetic potential of bananas (*Musa spp.*): A systematic review of bioactive compounds and antihyperglycemic activities. *Current Nutrition Reports*, 14(1).  
<https://doi.org/10.1007/s13668-025-00629-0>
- Qonitah, F., Fajarwati, S., & Ahwan. (2023). Penentuan kandungan flavonoid total dan aktivitas antioksidan ekstrak etanol kulit pisang goroho (*Musa acuminata* L.). *Duta Pharma Journal*, 3(1), 8–21.  
<https://doi.org/10.47701/djp.v3i1.2840>
- Sangkal, A. (2021). Identifikasi senyawa bioaktif ekstrak etanol buah pakoba merah (*Syzygium sp.*) sebagai antidiabetes dengan metode tes toleransi glukosa peroral. *Chemistry Progress*, 14(2), 108–115.  
<https://doi.org/10.35799/cp.14.2.2021.37175>
- Santoso, F. K. N., Ansori, M. M. L., & Fitriani, D. (2023). Penerapan kesejahteraan hewan serta teknik dan manajemen pemeliharaan mencit di BBVF Pusvetma Surabaya. *Buletin Veteriner Farma*, 19(2).  
<https://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/24682>
- Sumayyah, S., & Salsabila, N. (2017). Obat tradisional: Antara khasiat dan efek sampingnya. *Majalah Farmasetika*, 2(5).  
<https://doi.org/10.24198/farmasetika.v2i5.16780>
- Sun, H., Saeedi, P., Karuranga, S., Pinkepank, M., Ogurtsova, K., Duncan, B. B., Stein, C., Basit, A., Chan, J. C. N., Mbanya, J. C., Pavkov, M. E., Ramachandaran, A., Wild, S. H., James, S., Herman, W. H., Zhang, P., Bommer, C., Kuo, S., Boyko, E. J., & Magliano, D. J. (2022). IDF Diabetes Atlas: Global, regional and country-level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 183, 109119.  
<https://doi.org/10.1016/j.diabres.2021.109119>
- Suwarno, C. D. C., & Lo, D. (2026). Antihyperglycemic activity of Pondoh snake fruit seed, bitter melon seed, mangosteen peel, Cavendish banana peel, cascara, and cocoa husk. *Proceedings of the 3rd International Seminar on Tropical Bioresources Advancement and Technology (ISOTOBAT)*.  
<https://conference.ipb.ac.id/isotobat/article/view/3996>
- Tambalean, F. E., Rolef, Stenly, & Maliangkay, H. (2023). Analisis fitokimia ekstrak daging buah pisang goroho merah (*Musa acuminata* Colla L.) sebagai kandidat obat herbal. *PHARMACON*, 12(2).  
<https://doi.org/10.35799/pha.12.2023.47591>
- Tysoe, O. (2023). Sulfonylurea secondary failure mechanism identified. *Nature Reviews Endocrinology*, 19, 189.  
<https://doi.org/10.1038/s41574-023-00815-6>
- United States Pharmacopeia. (2023). *United States Pharmacopeia and National Formulary (USP–NF), General Chapter <1151> Pharmaceutical Dosage Forms*. United States Pharmacopeial Convention.  
[https://doi.org/10.31003/USPNF\\_M99860\\_08\\_01](https://doi.org/10.31003/USPNF_M99860_08_01)
- Weir, G. C., Butler, P. C., & Bonner-Weir, S. (2021). The  $\beta$ -cell glucose toxicity hypothesis: *Attractive but difficult to prove*. *Metabolism*, 124, 154870.  
<https://doi.org/10.1016/j.metabol.2021.154870>