

# Histopathology of Liver of Male Mice (*Mus musculus* L.) Hyperglycemia after Administration of Wheat Grass (*Triticum aestivum* L.) Juice

## Histopatologi Hati Mencit Jantan (*Mus musculus* L.) Hiperglikemia setelah Pemberian Jus Rumput Gandum (*Triticum aestivum* L.)

Ratna Yeni<sup>1</sup>, Elsa Yuniarti<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Negeri Padang, West Sumatera, Indonesia

\*Correspondence author: [dr\\_elsa@fmipa.unp.ac.id](mailto:dr_elsa@fmipa.unp.ac.id)

### Abstract

Hyperglycemia is a condition where blood glucose levels increase due to insufficient production of the insulin enzyme to control blood sugar levels. Liver damage in hyperglycemia conditions is caused by drug exposure to hepatocytes, resulting in cell injury. Wheatgrass flavonoid compounds are thought to be able to cure hyperglycemia. This study aims to determine the effect of wheatgrass (*Triticum aestivum* L.) juice on the liver histopathology of hyperglycemic male mice (*Mus musculus* L.). This type of research was an experimental study using 24 male mice which were divided into four groups including, the negative control group was not treated, the positive control was 20% sucrose intake, the first treatment was 50% wheat grass juice intake and the second treatment was 100% wheat grass juice intake. Mice blood sugar was examined using a glucometer, and liver histopathology preparations were made using the paraffin method. Data analysis was carried out descriptively and presented in the form of pictures. The results of this study proved that wheatgrass juice had an effect on the liver histopathology of hyperglycemic male mice, but wheatgrass juice at a concentration of 100% was more influential than at a concentration of 50%.

**Keywords:** *Hyperglycemia, Wheat Grass Juice, Histopathology, Flavonoids.*

### Abstrak

Hiperglikemia adalah kondisi kadar glukosa darah mengalami peningkatan akibat produksi enzim insulin yang tidak cukup dalam mengontrol kadar gula darah. Kerusakan hati pada kondisi hiperglikemia disebabkan kontroversi obat pada hepatosit hingga mengakibatkan cedera pada sel. Senyawa flavonoid rumput gandum diduga mampu menyembuhkan kondisi hiperglikemia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jus rumput gandum (*Triticum aestivum* L.) terhadap histopatologi hati mencit jantan (*Mus musculus* L.) hiperglikemia. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen menggunakan 24 ekor mencit jantan yang dibagi empat kelompok diantaranya, kelompok kontrol negatif tidak diberi perlakuan, kontrol positif *intake* sukrosa 20%, perlakuan 1 *intake* jus rumput gandum 50% dan perlakuan 2 *intake* jus rumput gandum 100%. Pemeriksaan gula darah mencit menggunakan glukometer, dan pembuatan preparat histopatologi hati menggunakan metode parafin. Analisis data dilakukan secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk gambar. Hasil penelitian membuktikan jus rumput gandum berpengaruh terhadap histopatologi hati mencit jantan hiperglikemia, namun jus rumput gandum konsentrasi 100% lebih berpengaruh dibandingkan konsentrasi 50%.

**Kata kunci:** *Hiperglikemia, Jus Rumput Gandum, Histopatologi, Flavonoid.*

## Pendahuluan

Hiperglikemia adalah kondisi ketika kadar glukosa darah mengalami peningkatan akibat produksi enzim insulin yang tidak cukup dalam mengontrol kadar gula darah (Khaerati dkk., 2020). Kadar glukosa darah meningkat meskipun dalam kondisi puasa, dimana seharusnya menurun (Handayani dkk., 2021). Pada tubuh manusia, kondisi hiperglikemia terjadi ketika kadar glukosa dalam darah melebihi 140 mg/dl (Tandra, 2017). Kondisi hiperglikemia juga bisa terjadi pada hewan salah satunya mencit. Mencit dinyatakan hiperglikemia saat kadar glukosa diatas 180 mg/dl (Iskandar & Swasti, 2019).

Sesuai penelitian yang dilakukan Marpaung dkk., (2021) memasukkan sukrosa secara berlebihan ke dalam tubuh mencit dapat memicu kondisi hiperglikemia. Sukrosa merupakan karbohidrat yang disusun oleh molekul glukosa dan fruktosa (Murray dkk., 2009). Menurut penelitian Putri dkk., (2017) mencit jantan yang diberi perlakuan diet sukrosa 10% sebanyak 0,5 ml selama 21 hari didapatkan kadar gula mencit jantan tersebut berkisar >200 mg/dL dan semua mencit jantan dinyatakan telah mengalami diabetes. Organ hati dapat dijadikan acuan untuk melihat apakah terjadi hiperglikemia. Hati memiliki peran yang berarti dalam penetralan toksin dari zat-zat yang berasal dari luar dan dalam tubuh (Baradero dkk., 2008). Hati mampu mendetoksifikasi obat, menghilangkan aktivasi hormon, serta memusnahkan sel darah merah dan zat asing yang terdisintegrasi dalam darah (Sloane, 2003). Kerusakan hati disebabkan oleh kontroversi obat pada hepatosit hingga mengakibatkan cedera pada sel (Ceriana dkk., 2022).

Penggunaan herbal berperan dalam upaya penyembuhan kondisi hiperglikemia. Herbal mengandung berbagai jenis senyawa aktif yang dapat mengatasi kondisi hiperglikemia dengan mekanisme yang beragam, seperti efek antioksidan, anti-inflamasi, regulasi metabolisme glukosa, anti-hiperglikemia dan mekanisme lain (Pang dkk., 2019). Kandungan senyawa flavonoid yang terdapat pada beberapa tanaman herbal terbukti efektif dalam menurunkan kondisi hiperglikemia. Flavonoid ini memiliki efek memperbaiki kerusakan pada pankreas (Rani, 2019), dan mampu menghambat GLUT2 (*Glucose transporter type 2*) mukosa usus sehingga dapat menurunkan absorpsi glukosa (Song dkk., 2002). Flavonoid juga bersifat hepatoprotektif, yaitu mempunyai kemampuan melindungi sel-sel hati dari kerusakan, dan senyawa ini dapat memperbaiki kerusakan pada sel hati serta meningkatkan fungsi hati (Saras, 2023). Berdasarkan penelitian lain, tentang senyawa flavonoid menurunkan kadar glukosa darah telah banyak dilakukan dalam berbagai jenis tanaman diantaranya, daun seledri (Hapsari, 2008), buah kapulaga (Winarsi dkk., 2013), daun sendok (Ayu dkk., 2014) dan buah naga (Rizky, 2015). Masih terdapat tanaman lain yang memiliki kandungan flavonoid, salah satunya rumput gandum. Hasil penelitian Fikey (2020) menyatakan rumput gandum positif alkaloid, flavonoid, saponin, steroid, minyak atsiri, fenol, dan vitamin C.

Berdasarkan penelitian relevan, belum ada yang melakukan penelitian tentang pengaruh rumput gandum terhadap histopatologi pankreas dan hati mencit hiperglikemia. Oleh karena itu, penelitian tentang pengaruh rumput gandum terhadap histopatologi hati mencit hiperglikemia penting untuk dilakukan, guna menemukan alternatif lain dari pengobatan hiperglikemia. Berdasarkan latar belakang di atas dan penelitian yang relevan, maka peneliti mengangkat judul "Histopatologi Hati Mencit Jantan (*Mus musculus* L.) Hiperglikemia Setelah Pemberian Jus Rumput Gandum (*Triticum aestivum* L.)".

## Bahan dan Metode

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kandang mencit, kawat, kipas angin atau AC, tempat makan mencit, botol minum, gelas ukur, gelas beker, batang pengaduk, timbangan analitik, botol penyimpanan larutan, sonde ukuran 1 ml, glukometer (*Easy Touch*) dan stripnya, gunting medis, *dissecting set*, inkubator, kulkas, kaca objek, kaca penutup, mikroskop, kuas, mikrotom, *waterbath* dan kotak preparat. Bahan yang dibutuhkan diantaranya rumput gandum, mencit jantan, pakan (pelet), air keran, sekam padi, sukrosa, akuades, *alcohol swab*, obat merah, larutan Bouins, alkohol berseri (70%, 80%, 90%, 95%), alkohol absolut (absolut I, absolut II, absolut III), *xylol* (*xylol* I, *xylol* II, *xylol* III), parafin, pewarna Hematoxylin-Eosin, gliserin, putih telur, air ledeng, dan akuades.

### Metode Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen. Penelitian ini menganalisis histopatologi hati mencit jantan (*Mus musculus* L.) hiperglikemia setelah pemberian jus rumput gandum (*Triticum aestivum* L.).

### Prosedur Penelitian

Prosedur diawali dengan persiapan penelitian. Mulai dari persiapan hewan uji yang harus diaklimatisasi selama 7 hari, kemudian mencit dikelompokkan menjadi 2 kelompok kontrol dan 2 kelompok perlakuan. Selanjutnya kandang hewan uji menggunakan baki plastik dan ditutup dengan kawat penutup. Rumput gandum yang digunakan dalam penelitian ini, didapat dari rumput gandum yang ditanam menggunakan media tanah, dan pada hari ke 7 sampai 9 rumput gandum sudah dapat dipanen. Pembuatan jus rumput gandum dibagi menjadi konsentrasi 50% dan 100%, dan diberikan pada mencit dengan dosis 0,5 ml selama dua minggu (Yudi, 2022). Perlakuan pemberian larutan sukrosa pada mencit menggunakan konsentrasi 10% dengan dosis 0,5 ml selama 21 hari (Putri dkk., 2017). Selanjutnya pelaksanaan penelitian, pembuatan preparat hati dengan metode parafin. Tahapan pembuatannya terdiri atas pengambilan jaringan, pengawetan jaringan (*fiksasi*), penarikan air (*dehidrasi*), penjernihan (*clearing*), *infiltrasi*, penanaman (*embedding*), penyayatan atau pemotongan (*sectioning*), dan pewarnaan (*staining*).

### Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dengan melihat dan membandingkan perbedaan histopatologi organ hati mencit setelah pemberian rumput gandum. Bagian yang diamati pada organ hati adalah sel hepatosit, vena sentralis, dan sinusoid. Data hasil penelitian disajikan dalam bentuk gambar

## Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengamatan histopatologi hati mencit jantan (*Mus musculus* L.) setelah pemberian jus rumput gandum (*Triticum aestivum* L.) selama 42 hari penelitian, memperlihatkan kerusakan yang terjadi bervariasi.

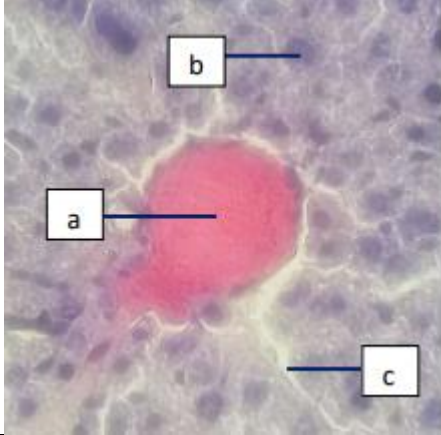
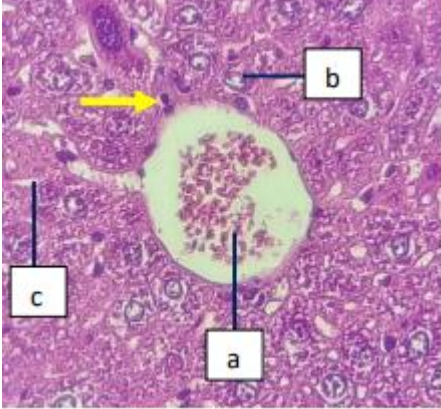
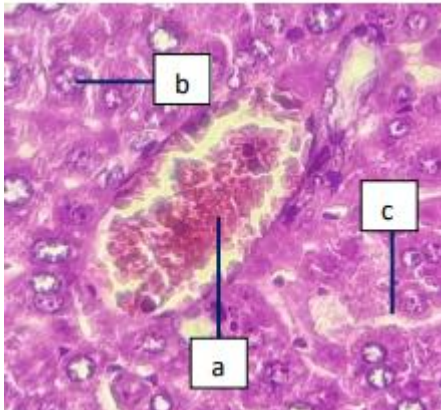
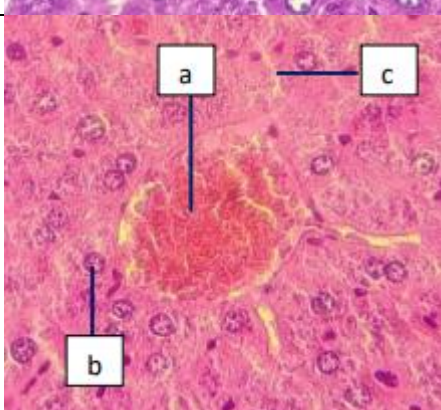
**Tabel 1.** Pengukuran kadar gula darah mencit jantan setelah diet sukrosa 10% dan *intake* jus rumput gandum 50% dan 100%.

#### Kadar Gula Darah Mencit Jantan

Rancangan	Rata-Rata Diet Sukrosa 10% Sebanyak 0,5mL	Rata-Rata Intake Jus Rumput Gandum 50% dan 100%	Tanpa Perlakuan
K(-)			80,8 mg/dL
K(+)	190,5 mg/dL		
P1	187,5 mg/dL	155 mg/dL	
P2	190 mg/dL	129,6 mg/dL	

Pada penelitian ini mencit dinyatakan mengalami hiperglikemia saat kadar gula darah diatas 180 mg/dL (Iskandar & Swasti, 2019). Setelah dilakukan *intake* sukrosa selama 21 hari, gula darah mencit mengalami kenaikan yang signifikan. Data pada tabel menunjukkan mencit telah mengalami hiperglikemia. Karena rata-rata gula darah berada diatas 180 mg/dL. Sukrosa termasuk ke dalam golongan disakarida yang terbentuk dari 2 molekul monosakarida yaitu glukosa dan fruktosa (Siti, 2015). Tingkat kemanisan yang dimiliki sukrosa tercatat tinggi setelah fruktosa (Ridhani1 dkk., 2021). Kandungan kalori pada sukrosa cukup tinggi yaitu 400 kalori dalam 100 gram bahan (Faradillah dkk., 2017). Memasukkan sukrosa berlebih ke dalam tubuh dapat menyebabkan peningkatan kadar gula dalam darah (Ulandari dkk., 2022). Pemberian jus rumput gandum terhadap kelompok P1 dan P2 terbukti mampu menurunkan kadar gula darah mencit hiperglikemia. Penurunan signifikan dialami oleh kelompok P2.

**Tabel 2.** Hasil Pengamatan Histopatologi Hati Mencit Jantan

No	Gambar Histopatologi Hati Mencit Jantan	Keterangan Gambar
1		<p>Kontrol negatif (K-)                      Perbesaran 400xa : Vena Sentralisb : Sel Hepatosit c : Sinusoid                      Potongan melintang hati mencit kontrol negatif. Vena sentralis, sel hepatosit, dan sinusoid tampak normal.</p>
2		<p>Kontrol positif (K+)                      Perbesaran 400x                      a : Vena Sentralis                      b : Sel Hepatosit                      c : Sinusoid                      Potongan melintang hati mencit kontrol positif. Vena sentralis melebar, sel hepatosit mengalami degenerasi lemak, infiltrasi sel radang (ditunjukkan oleh panah kuning), inti piknosis dan nekrosis, sinusoid melebar</p>
3		<p>Perlakuan 1 (P1)                      Perbesaran 400x                      a : Vena Sentralis                      b : Sel Hepatosit                      c : Sinusoid                      Potongan melintang Hati mencit perlakuan 1. Vena sentralis mengalami perbaikan dengan berkurangnya ruang kosong, sel hepatosit mengalami nekrosis, degenerasi lemak, dan inti piknosis, sinusoid melebar.</p>
4		<p>Perlakuan 2 (P2)                      Perbesaran 400x a : Vena Sentralisb : Sel Hepatosit c : Sinusoid                      Potongan melintang Hati mencit perlakuan 2. Vena sentralis tampak normal, sel hepatosit mengalami nekrosis, degenerasi</p>

Preparat histopatologi hati diamati menggunakan mikroskop cahaya dengan perbesaran 400x. Parameter kerusakan yang diamati adalah vena sentralis, sel hepatosit, dan sinusoid. Gambaran sel hati normal yaitu mempunyai inti bulat berada di tengah dan berwarna kebiruan, serta sitoplasma yang berwarna merah muda dengan batasan sel yang tampak jelas (Rahmah *dkk.*, 2021). Mustakim (2019) menyatakan pada organ hati normal di bagian tengah terdapat sinusoid mengelilingi vena sentralis dan sel hepatosit yang tersusun radier. Sel hepatosit inti berada di tengah, berbentuk *polygonal*, sitoplasma luas dan homogen. Saat preparat kelompok kontrol negatif (K-) dibandingkan dengan kontrol positif (K+), terlihat perbedaan kondisi sel hati yang mengalami kerusakan. Struktur vena sentralis pada kontrol positif mengalami pelebaran, terjadi degenerasi lemak pada sel hepatosit, infiltrasi radang, inti piknosis dan nekrosis, serta sinusoid melebar. Kasno (2008) menyatakan bahwa, terjadinya nekrosis dapat diketahui dari struktur inti sel yang tampak lebih kecil, kromatin dan serabut retikuler membentuk lipatan-lipatan. Oktarian *dkk.*, (2017) juga menyebutkan perubahan yang akan terjadi pada nekrosis jika dilihat secara mikroskopik yaitu piknosis (inti tampak padat dan gelap), kariolisis (inti menghilang karena adanya kromatin), dan karioreksis (inti pecah). Sel akan mengalami tahap kerusakan degenerasi terlebih dahulu sebelum mengalami nekrosis.

Hasil pengamatan P1 dengan perlakuan *intake* jus rumput gandum 50% terlihat perubahan struktur hati yang signifikan pada vena sentralis, yang mengalami perbaikan dengan berkurangnya ruang kosong. Sementara sel hepatosit mengalami nekrosis, degenerasi lemak, dan inti piknosis, sinusoid melebar. Nekrosis yang terjadi pada P1 tidak sebanyak dan separah K(+). Pada P2 dengan *intake* jus rumput gandum 100% struktur hati sudah mendekati normal, dapat dilihat pada vena sentralis dan sinusoid yang kembali normal. Sel hepatosit masih mengalami nekrosis, degenerasi lemak dan inti piknosis. Berdasarkan hasil penelitian diketahui P1 dan P2 juga mengalami kerusakan berupa nekrosis, degenerasi lemak, dan inti piknosis, namun tingkat keparahannya tidak setinggi yang dialami K(+). Hasil penelitian yang telah didapatkan membuktikan histopatologi hati P2 mengalami kesembuhan yang signifikan, ditandai dengan kembalinya struktur hati pada keadaan normal setelah dibandingkan dengan P1 dan K(+). Penggunaan konsentrasi jus rumput gandum 100% lebih efektif dalam memperbaiki kerusakan hati mencit hiperglikemia.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan flavonoid yang terdapat pada rumput gandum mampu menurunkan kondisi hiperglikemia. Senyawa ini juga dapat memperbaiki kerusakan pada sel hati serta meningkatkan fungsi hati (Saras, 2023).

## Ucapan Terima kasih

Puji syukur kehadirat Allah SWT. yang telah memberi kesempatan penulis untuk menulis artikel ini. Ungkapan terima kasih penulis kepada Ibu Dr. Helendra, M.S dan Bapak Fitra Arya Dwi Nugraha, S.Si., M.Si yang telah memberikan motivasi, arahan, dan saran dalam menyelesaikan artikel ini. Terima kasih kepada semua pihak yang ikut berpartisipasi memberikan bantuan kepada penulis demi kelancaran penelitian dan penulisan artikel ini.

## Daftar Pustaka

- Adi, W., dan Zulkarnain, A. K. 2016. Uji Spf in Vitro dan Sifat Fisik Beberapa Produk Tabir Surya yang Beredar di Pasaran. *Majalah Farmaseutik*, Vol. 11 No. 1 Tahun 2015, 1745(965), 275–283.
- Ayu, R. D., Fatimawali., Gayatri, C. 2014. Uji Efektivitas Penurunan Kadar Gula Darah Ekstrak Etanol Daun Sendok (*Plantago major* L.) Pada Tikus Putih Jantan Galur Wistar (*Rattus norvegicus*) yang Diinduksi Sukrosa. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 3(2), 134–140.
- Baradero, M., Dayrit, M.W., Siswandi, Y. 2008. *Klien Gangguan Hati : Seri Asuhan Keperawatan*. Jakarta: Penerbit BukuKedokteran EGC.
- Ceriana, R., Nova, Z. P., Cut, Y. 2022. Hiperemi dan Hemoragi Pada Hati Mencit Diabetes yang Diberi Ekstrak Etanol Kulit Buah Rambai. *JURRIKES*, 1(2), 88–98.
- Faradillah, N., Antonius H., Yoyok B. P. 2017. Karakteristik Permen Karamel Susu Rendah Kalori dengan Proporsi Sukrosa dan Gula Stevia (*Stevia rebaudiana*) yang Berbeda. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 6(1), 39–42
- Fikey, H. A. 2020. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Rumput Gandum (*Triticum aestivum* L.) dengan Metode FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power). *Karya Tulis Ilmiah*, Program Studi DIII Farmasi

- Handayani, W., Rudijanto, A., Indra, M. R. 2001. Susu Kedelai Menurunkan Resistensi Insulin pada *Rattus norvegicus* Model Diabetes Melitus Tipe 2. *Jurnal Kedokteran Brawijaya*, 25(2), 60–66.
- Hapsari, R. D. 2008. Uji Efek Penurunan Kadar Glukosa Darah Ekstrak Etil Asetat Daun Seledri (*Apium graveolens* L.) Pada Kelinci Jantan. *Skripsi*, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Iskandar S. G. & Swasti Y. R. 2019. Hiperglikemia Dengan Variasi Penambahan Minuman Serbuk Biji Alpukat (*Persea Americana* Mill.) Decrease of Blood Sugar in Hyperglycemic Male Mice (*Mus musculus*) With Various Addition of Avocado (*Persea americana* Mill.) Seed Powder Drink. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 20(3), 153–162.
- Kasno, P. A. 2008. *Patologi Hati dan Saluran Empedu Ekstra Hepatik*. Semarang: Balai Penerbit Universitas Diponegoro. Khaerati, K., Amini, D., Ihwan. 2020. Aktivitas Antidiabetes Ekstrak Air-Etanol, n-Heksan, dan Etil Asetat Uwi Banggai (*Dioscorea alata* L.) Dengan Metode Induksi Aloksan Pada Mencit Jantan (*Mus musculus*). *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal of Pharmacy) (e-Journal)*, 6(2), 243–252.
- Marpaung F. S., Ester J. br. T., Muhammad I. A., Yolanda E. P. L., & Maya S. M. 2021. Uji Efektivitas Ekstrak Bunga Pepaya (*Carrica Papaya* L.) Terhadap Kadar Gula Darah Mencit (*Mus Musculus* L.) Jantan Yang Diinduksi Sukrosa. *Biospecies*, 14(1), 24–31.
- Murray, R. K., Granner, D. K., Rodwell, V. W. 2009. *Biokimia Harper Edisi ke-27*. Jakarta: Kedokteran EGC.
- Mustakim, S.Y.P. 2019. Analisis Kadar Relatif TNF- $\alpha$  dan Gambaran Histopatologi Hepar Tikus (*Rattus norvegicus*) Model Diabetes Melitus Tipe 2 dengan Teknik Modifikasi *Multiple Low Dose Streptozotoin* dan Diet Tinggi Sukrosa. *Skripsi*, Malang :Universitas Brawijaya.
- Oktarian, A., Budiman, H., Aliza, D., 2017. Histopatologi Hati Tikus (*Rattus norvegicus*) yang Diinjeksi Formalin. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*, 1(3), 316–323.
- Pang, G. M., Li, F. X., Yan, Y., Zhang, Y., Kong, L. L., Zhu, P., Wang, K. F., Zhang, F., Liu, B., & Lu, C. 2019. Herbal Medicine in the Treatment of Patients with Type 2 Diabetes Mellitus. *Chinese Medical Journal*, 132(1), 78–85.
- Putri, T. A., Aceng, R., Enny, N. 2017. Uji Efek Pemberian Ekstrak Metanol Daun Beluntas (*Pluchea Indica* L) terhadap Kadar Glukosa dan Trigliserida Darah Mencit (*Mus Musculus*) yang Diinduksi Sukrosa. *Jurnal Kedokteran RAFLESIA*, 3 (1), 94–107.
- Rahmah, F., Husnarika F., Rasyidah. 2021. Uji Efektivitas Ekstrak Etanol Bawang Batak (*Allium chinense* G. Don.) Terhadap Histopatologi Hati Tikus Putih (*Rattus norvegicus* L.) Diabetes Melitus. *BEST Journal*, 4(2), 07–13.
- Rani, R. 2019. Efek Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleivera*) terhadap Gambaran Histopatologi Pankreas Tikus *Sprague dawley* yang Diinduksi Streptozotocin. *Laporan Penelitian*, Program Studi Kedokteran Fakultas Kedokteran UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Ridhani1, M. A., Irene, P. V., Nazihah, N. A., Riana, F., Shofi, A., & Nur, A. 2021. Potensi Penambahan Berbagai Jenis Gula Terhadap Sifat Sensori dan Fisikokimia Roti Manis: Review. *Pasundan Food Technology Journal (PFTJ)*, 8(3), 61–68.
- Rizky, B.A. 2015. White Dragon Fruit (*Hylocereus undatus*) Potential As Diabetes Mellitus Treatment. *Artikel Review. J.Majority*, 4(1), 69–72.
- Saras, T. 2023. *Sambiloto: Manfaat dan Khasiat Tumbuhan Obat Indonesia*. Semarang: Tiram Media.
- Siti, U. 2015. Pengaruh Pemberian Sukrosa Terhadap Perkecambahan Biji dan Perkembangan *Protocorm Dendrobiumlineale* Rolfe. Secara *In Vitro*. *Skripsi*, Surabaya: Universitas Airlangga.
- Sloane, E., 2003. *Anatomi dan Fisiologi untuk Pemula*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Song, J., Oran, K., Shenglin, C., Rushad, D., Eck, P., Park, J. B., & Levine, M. 2002. Flavonoid Inhibition of Sodium- dependent Vitamin C Transporter 1 (SVCT1) and Glucose Transporter Isoform 2 (GLUT2), Intestinal Transporters for Vitamin C and Glucose. *Journal of Biological Chemistry*, 277(18), 15252–15260.
- Tandra, Hans. 2017. *Segala Sesuatu Yang Harus Anda Ketahui Tentang Diabetes edisi ke 1*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Ulandari, D. S., Iin, R. R., Mawar, A. 2022. Uji Aktivitas Ekstrak Etanol 70% Daun Alpukat (*Persea americana*

- Mill.) Terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah Pada Mencit Jantan (*Mus musculus* L.). *Jurnal Sabdariffarma*, 10(2), 21-33.
- Winarsi, H., Sasongko, N. H., Purwanto, A., & Nuraeni, I. 2013. Ekstrak Daun Kapulaga Menurunkan Indeks Atherogenik Dan Kadar Gula Darah Tikus Diabetes Induksi *Alloxan*. *J. Agritech*, 33(3), 273-280.
- Yudi, A. 2022. Pengaruh Jus Rumput Gandum (*Triticum aestivum* L.) Terhadap Kadar Asam Urat Mencit (*Mus musculus* L.) Hiperurisemia. *Skripsi*. Tidak diterbitkan. Padang: Program Studi Biologi, Jurusan Biologi FMIPA UNP.