

Efek Penghambatan α -Glukosidase dari Ekstrak Kulit Buah Jengkol (*Archidendron pauciflorum*) untuk Diabetes Tipe II

*The α -glucosidase Inhibitory Effect of Jengkol (*Archidendron pauciflorum*) Fruit Peel Extract for Type II Diabetes*

Firdaus*, Risti Kurnia Dewi, dan Sheryn Priyulkif

Departemen Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Andalas, Kota Padang, Sumatera Barat 25175, Indonesia

*Penulis koresponden: firdaus@ph.unand.ac.id

Diterima: 22 April 2025

Direvisi: 27 Mei 2025

Disetujui: 20 Juni 2025

ABSTRACT

Type 2 Diabetes Mellitus is a metabolic disorder characterized by elevated blood glucose levels. There is significant interest in developing alternative treatments for type 2 diabetes mellitus, particularly through the identification of phytochemicals capable of inhibiting glucose absorption. The inhibition of intestinal alpha-glucosidase can delay the digestion of starch and sucrose. Jengkol fruit peel decoction is traditionally believed to regulate blood glucose levels. This experimental study aimed to provide in vitro evidence for the potential inhibition of α -glucosidase, achieving a 50% reduction in α -glucosidase activity. The ethanol extract of jengkol fruit peel was obtained through the maceration of plant powder using 96% ethanol. The inhibition assay involved reactions with extracts compared to Acarbose. The concentration of extract used for the kinetics test was that which could inhibit the enzyme by 50%. Absorbance was measured using an ELISA reader. IC50 values were derived from the linear regression of absorbance against extract concentration. The results indicated that jengkol fruit peel extract can inhibit α -glucosidase activity, with an IC50 of 94.038 μ g/ml, whereas the IC50 of the standard (glukobay) is 0.757 μ g/ml. This study suggests that the extract of *Archidendron pauciflorum* holds promise as an antidiabetic agent, particularly for the treatment of type II diabetes mellitus.

Keywords: α -glucosidase; antioksidan; *archidendron pauciforum*; diabetes; jengkol

ABSTRAK

Diabetes Melitus (DM) tipe 2 adalah penyakit metabolism yang ditandai dengan meningkatnya kadar glukosa darah secara tidak normal. Minat terhadap pengembangan obat alternatif untuk diabetes melitus tipe 2 semakin meningkat, terutama dalam mencari fitokimia yang dapat mencegah penyerapan glukosa. Penghambatan enzim α -glukosidase dalam usus dapat memperlambat pencernaan pati dan sukrosa. Secara empiris, rebusan kulit buah jengkol dipercaya dapat mengontrol kadar glukosa darah. Penelitian eksperimen ini bertujuan untuk memberikan bukti *in vitro* mengenai potensi penghambatan α -glukosidase dengan mengurangi aktivitasnya hingga 50%. Ekstrak etanol kulit buah jengkol diperoleh melalui proses maserasi serbuk tanaman menggunakan etanol 96%. Uji penghambatan dilakukan dengan membandingkan reaksi ekstrak dengan Akarbose. Konsentrasi ekstrak yang digunakan dalam uji kinetik adalah konsentrasi yang mampu menghambat enzim hingga 50%. Kedua uji ini mengukur absorbansi menggunakan pembaca ELISA. Hasil IC50 diperoleh dari regresi linier antara absorbansi dan konsentrasi ekstrak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak kulit buah jengkol dapat menghambat aktivitas enzim α -glukosidase dengan IC50 sebesar 94,038 μ g/ml, sedangkan IC50 standar (Glukobay) adalah 0,757 μ g/ml. Studi ini mengindikasikan bahwa ekstrak *Archidendron pauciflorum* memiliki potensi yang baik sebagai kandidat antidiabetes, terutama untuk pengobatan diabetes melitus tipe 2.

Kata kunci: α -glucosidase; antioksidan, *archidendron pauciforum*; diabetes; jengkol

PENDAHULUAN

Diabetes merupakan masalah serius bagi kesehatan dunia yang tidak memandang status sosial ekonomi maupun batas-batas nasional. Data menunjukkan bahwa 463 juta orang dewasa saat ini hidup dengan diabetes, diperkirakan 578 juta orang akan menderita diabetes pada tahun 2030 dan angka itu akan melonjak hingga 700 juta pada tahun 2045. Pada tahun 2019, negara-negara dengan jumlah terbesar orang dewasa (20-79 tahun) dengan diabetes adalah Cina, India, dan Amerika Serikat dan diperkirakan akan tetap demikian hingga tahun 2030 dan Indonesia sendiri berada di urutan nomor tujuh dunia (IDF 2019).

Data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) badan Litbangkes menunjukkan prevalensi DM untuk semua umur di Indonesia sedikit lebih rendah dibandingkan prevalensi DM pada usia ≥ 15 tahun yaitu sebesar 1,5% dengan provinsi yang prevalensi penderita DM tinggi untuk semua umur berdasarkan diagnosis dokter adalah DKI Jakarta sebesar 3,4% dan terendah di NTT yaitu sebesar 0,9% (Kemkes RI 2018). Data ini meningkat jika dibandingkan dengan tahun 2013 pada angka 2%. Data yang didapatkan dari Kemenkes RI menunjukkan bahwa Sumatera Barat berada di urutan 14 dari 34 provinsi yang ada di Indonesia dengan prevalensi total yaitu sebesar 1,3% di tahun 2013 dan urutan ke 21 dari 34 provinsi di tahun 2018 dengan prevalensi sedikit dibawah rata-rata Indonesia (1,5%) (Kemenkes RI 2018). Walaupun begitu bukan berarti Sumatera Barat terlepas dari resiko terjadinya diabetes melitus.

Diabetes melitus dapat ditanggulangi dengan terapi farmakologi dan terapi non-farmakologi (diet dan olahraga). Pemilihan diet yang tepat dengan kepatuhan yang baik serta aktivitas fisik yang memadai berkorelasi dengan perbaikan regulasi glukosa darah normal (Elya dan Nurdin 2024). Terapi diet dilakukan dengan cara mengontrol makanan yang dikonsumsi oleh penderita diabetes melitus dengan prinsip 3J, yaitu tepat jumlah, tepat jenis, dan tepat jadwal. Terapi farmakologi dapat menggunakan obat oral atau pun melalui injeksi insulin. Terapi farmakologi juga dapat menggunakan obat oral yang berasal dari tanaman obat. Secara tradisional, bukti empiris menyebutkan masyarakat dengan diabetes memanfaatkan ekstrak berbagai tumbuhan sebagai obat traditional diabetes (Cahyaningsih *et al.* 2021) salah satunya rebusan kulit jengkol. Potensi pengembangan bahan baku jengkol cukup melimpah di Sumatera Barat. Kabupaten Padang Pariaman juga merupakan salah satu dari 3 kabupaten penghasil jengkol terbesar di Sumatera Barat setelah Kabupaten Pesisir Selatan dan Kabupaten Lima Puluh Kota dengan produksi pada 2019 sebanyak 1.620,40 ton (BPS Sumatera Barat 2021). Ekstrak etanol kulit jengkol terbukti dapat menurunkan kadar glukosa darah peningkatan kadar insulin pada tikus diabetes (Malini *et al.* 2019).

Beberapa penelitian juga menyebutkan bahwa kulit jengkol mempunyai sifat antiangiogenesis, antioksidan, antimikroba dan antijamur (Lubis *et al.* 2018). Ekstrak metanolik kulit *Archidendron pauciflorum* menunjukkan angka signifikan dalam penurunan glukosa darah, aktivitas antidiabetes mungkin kerena kandungan antioksidan yang menghambat peroksida lipid yang mencegah kerusakan sel β pankreas (Sihombing *et al.* 2015). Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi ekstrak rebusan kulit jengkol terhadap diabetes melitus. Pembuktian manfaat ekstrak rebusan kulit jengkol dilakukan dengan pengujian penghambatan enzim alfa-glukosidase yang dilakukan secara *in vitro* sehingga diperoleh nilai penghambatan terhadap kerja enzim α -glukosidase dibandingkan dengan standar.

METODE

Desain, tempat, dan waktu

Penelitian ini merupakan penelitian laboratorium secara eksperimental. Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret hingga November 2020. Persiapan simplisia kulit Jengkol dilakukan di laboratorium Gizi kampus Jati FKM Universitas Andalas (Unand), pengeringan dilakukan di laboratorium non-ruminansia Fakultas Peternakan Unand, penghalusan bahan simplisia dilakukan di laboratorium gizi dan pasar Bandar Buat. Ekstraksi dan pembuatan serbuk ekstrak dilakukan di laboratorium Kimia Organik Bahan Alam Departemen Kimia FMIPA Unand, *in vitro* penghambatan enzim α -glukosidase dilakukan di laboratorium Biota Sumatera.

Bahan dan alat

Bahan utama yang digunakan adalah kulit jengkol (*Archidendron pauciflorum*) yang diperoleh dari Kabupaten Pariaman. Jengkol yang dipilih merupakan jengkol segar matang yang baru dipanen dengan bentuk seragam, kulit berwarna cokelat tua mengkilap dan masih dalam satu tangkai, berasal dari pohon yang sama,

Persiapan simplisia menggunakan pisau dan pengeringan menggunakan oven serta penghalusan simplisia kering dengan blender dan mesin penepung. Ekstraksi menggunakan wadah etanol dan proses penguapan pelarut menggunakan *rotary evaporator* dan *freeze drying*, pengujian potensi untuk menurunkan kadar glukosa darah secara *in vitro* dengan menggunakan α -Glucosidase Activity Assay Kit dan dibaca dengan menggunakan *Elisa Reader*.

Tahapan penelitian (Laboratorium)

Penelitian diawali dengan persiapan simplisia. Jengkol segar diperoleh langsung dari petani di kebun di daerah Kabupaten Pariaman, bahan kemudian dibawa ke laboratorium kuliner Fakultas Kesehatan Masyarakat Unand untuk dilakukan pemisahan antara kulit dan buahnya, kemudian dilakukan pencucian menggunakan air. Kulit jengkol kemudian dipotong-potong tipis dan dikeringkan menggunakan oven di laboratorium non-ruminansia Fakultas Peternakan Unand dengan suhu 55°C selama 3 hari hingga kering. Simplisia kering kemudian dihaluskan dengan menggunakan mesin penepung dengan ukuran 80 mesh (Arsyad *et al.* 2023). Tepung kulit jengkol kemudian dilakukan uji proksimat untuk mengetahui kandungan gizi makro dan sisanya digunakan untuk proses ekstraksi dengan direndam dalam suatu pelarut organik yakni etanol 96% menggunakan perbandingan bahan simplisia dan etanol 1:2 pada suhu ruang selama 3 hari, setelah itu dilakukan penyaringan dengan menggunakan kertas saring bebas abu hingga diperoleh ekstrak cair dari simplisia. Ekstrak cair yang dihasilkan kemudian dipekatkan dengan *rotary evaporator* pada suhu $\pm 80^{\circ}\text{C}$ Selama ± 2 jam hingga diperoleh ekstrak kental (Asworo dan Widwiastuti 2023). Ekstrak kental hasil evaporasi kemudian disimpan pada suhu penyimpanan (*refrigerator*) sebelum digunakan untuk pengujian setelah itu dilakukan pengujian potensi penghambatan enzim α -glucosidase (Wirastuti *et al.* 2022).

Analisis kandungan zat gizi tepung kulit Jengkol

Kandungan gizi pada tepung kulit jengkol kemudian dianalisis antara lain kadar air dan kadar abu dengan metode gravimetri, kadar lemak dengan metode Soxhlet, kadar protein dengan metode Kjeldahl dan kadar karbohidrat secara *by difference* dan analisis serat kasar (Syukri 2021).

Pengujian potensi penghambatan enzim α -glucosidase

Aktivitas penghambatan terhadap enzim α -glucosidase berdasarkan pendekatan metode dari penelitian sebelumnya (Puspita *et al.* 2023) dengan beberapa modifikasi pada konsentrasi sampel. Konsentrasi ekstrak yang digunakan untuk mengukur standar dari 10, 50 dan 100 $\mu\text{g}/\text{ml}$. Sedangkan untuk ekstrak kulit jengkol mulai dari konsentrasi pengenceran 50, 75 dan 100 $\mu\text{g}/\text{ml}$. Ekstrak kulit jengkol pada konsentrasi kurang dari 50 ppm masih belum terdeteksi adanya aktivitas. Ekstrak diuji menggunakan pelat yang sama dengan akarbose sebagai kontrol positif. Semua sampel (150 $\mu\text{g}/\text{mL}$) dalam kolom terpisah dilarutkan menggunakan campuran 5% DMSO dengan *buffer* fosfat pH 6,8, lalu substrat PNPG 5 mM ditambahkan ke dalam larutan. Campuran tersebut diinkubasi selama 5 menit pada suhu 37 °C. Setelah itu, enzim α -glukosidase ditambahkan ke setiap campuran, dan inkubasi dilanjutkan selama 15 menit. Reaksi dihentikan dengan menambahkan Na₂SO₄ ke setiap sampel, lalu absorbansi diukur pada panjang gelombang 405 nM. Persentase penghambatan dihitung menggunakan persamaan: (absorbansi kontrol-absorbansi sampel)/absorbansi kontrol. Hasil uji dijabarkan dalam bentuk % rataan inhibisi \pm SD.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan simplisia yang digunakan diambil dari petani jengkol di daerah Sungai Limau, Kabupaten Padang Pariaman. Jengkol dari wilayah ini dipilih karena paling dekat dengan Kota Padang dan merupakan pemasok utama jengkol yang dijual di pasar-pasar yang ada di Kota padang. Homogenitas sampel simplisia ditentukan dengan menetapkan keseragaman bentuk dan warna kulit jengkol serta asal pohon jengkol tersebut untuk memastikan kesegaran dan kesamaan varietas sampel jengkol. Jengkol kemudian dipisahkan dari kulitnya kemudian dipotong tipis dan diangin-anginkan sebelum dilakukan pengeringan, proses ini dilakukan di laboratorium kuliner Prodi Gizi FKM Unand. Setelah kering, bahan simplisia ini kemudian dihaluskan dengan menggunakan blender standar, karena hasilnya tidak terlalu halus kemudian penghalusan menggunakan mesin penepung. Setelah halus, kemudian dilakukan pengayakan dengan kerapatan 80 mesh

untuk mendapatkan tekstur tepung yang cukup halus dan seragam sehingga proses ekstraksi bisa lebih optimal. Bahan simplisia kemudian diambil 300 g untuk dilakukan pengujian proksimat antara lain kadar serat kasar, protein, lemak total, kadar abu, kadar air dan karbohidrat. Analisis proksimat dilakukan di laboratorium Balai Riset Standarisasi Industri (Baristand) Padang, hasil seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji proksimat serbuk kulit jengkol

Variabel	Kandungan (%)
Serat kasar	26,34
Protein	8,84
Lemak total	12,29
Kadar abu	2,65
Kadar air	6,46
Karbohidrat	28,59

Sampel simplisia sisanya kemudian dilakukan ekstraksi dengan menggunakan metode maserasi. Maserasi adalah teknik yang digunakan untuk menarik atau mengambil senyawa yang diinginkan dari suatu larutan atau padatan dengan teknik perendaman terhadap bahan yang akan diekstraksi. Sampel yang telah dihaluskan direndam dalam suatu pelarut organik selama beberapa waktu (Asworo dan Widwiastuti 2023). Proses perendaman ini sangat menguntungkan dalam isolasi senyawa bahan alam karena selain murah juga mudah dilakukan. Dengan perendaman, sampel tumbuhan akan terjadi pemecahan dinding dan membran sel akibat perbedaan tekanan antara di dalam dan di luar sel, sehingga metabolit sekunder yang ada dalam sitoplasma akan terlarut dalam pelarut organik dan ekstraksi senyawa akan sempurna karena dapat diatur lama perendaman yang dilakukan. Pelarut yang mengalir ke dalam sel dapat menyebabkan protoplasma membengkak dan bahan kandungan sel akan larut sesuai dengan kelarutannya. Pemilihan pelarut untuk proses maserasi akan memberikan efektivitas yang tinggi dengan memperhatikan kelarutan senyawa bahan alam dalam pelarut tersebut (Asworo dan Widwiastuti 2023).

Bahan simplisia halus yang telah dicampurkan dengan etanol, kemudian dilakukan pengadukan hingga tercampur merata. Perendaman dalam etanol dilakukan selama 3 hari, setelah itu kemudian dilakukan penyaringan dengan menggunakan kertas saring bebas abu hingga diperoleh ekstrak cair dari simplisia. Ekstrak cair yang dihasilkan kemudian dipekatkan dengan *rotary evaporator* pada suhu +80°C selama +2 jam hingga diperoleh ekstrak kental.

Tahapan awal dalam pengembangan nutrasetikal sebagai fitofarmaka yakni dengan melakukan uji preklinik terdiri dari uji toksisitas dan uji farmakodinamika. Uji toksisitas menyatakan ekstrak kulit jengkol aman dikonsumsi hingga dosis 5.500 mg/kg BB (Madiyah 2017). Uji farmakodinamika bertujuan untuk mengetahui dan menelusuri mekanisme kerja bahan yang diuji baik secara *in vitro* dengan pengujian terhadap aktivitas inhibisi enzim α -glukosidase maupun *in vivo* dengan menggunakan hewan coba.

Pada proses pencernaan, karbohidrat kompleks akan dicerna oleh berbagai enzim pencernaan yang terdapat pada usus halus, termasuk enzim α -glukosidase yang merupakan enzim karbohidrolase yang bekerja mengkatalis pemecahan pati dan disakarida menjadi glukosa dan membantu penyerapan glukosa pada usus halus (Izol dan Yapici 2023). Hal ini akan menyebabkan hiperglikemi postprandial yang berimplikasi pada perkembangan DM tipe-2. Enzim α -glukosidase merupakan enzim kunci dan mekanisme pertama yang dilalui bahan makanan yang menghasilkan glukosa yang kemudian dicerna dan diserap oleh tubuh, sehingga penghambatan pada tahap ini akan menentukan mekanisme kerja nutrasetikal selanjutnya dalam kaitannya dengan potensi perbaikan terhadap kondisi diabetes. Belum ada penelitian sebelumnya yang membuktikan potensi ekstrak kulit jengkol terhadap diabetes melitus secara *in vitro*, sehingga untuk menentukan mekanisme kerja dari ekstrak kulit jengkol pengujian aktivitas enzim α -glukosidase perlu dilakukan.

Sebelum dilakukan uji penghambatan α -glukosidase pada ekstrak kulit jengkol dengan berbagai konsentrasi, terlebih dahulu dilakukan uji penghambatan aktivitas α -glukosidase pada *Glukobay* sebagai standar. *Glukobay* merupakan merk dagang dari akarbose yang merupakan obat penghambat aktivitas α -glukosidase yang banyak digunakan dan digunakan sebagai pembanding aktivitas α -glukosidase. Mekanisme kerja akarbose adalah menghambat kerja enzim α -glukosidase di *brush border* sehingga mencegah

peningkatan glukosa plasma pada orang normal dan pasien DM. Pada uji ini dilakukan pengukuran absorbansi sampel dan absorbansi pembanding yang digunakan untuk menghitung nilai persen inhibisi.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kemampuan penghambatan enzim α -glukosidase merupakan aktivitas yang tergantung pada konsentrasi, semakin tinggi konsentrasi sampel, semakin besar kemampuan penghambatan terhadap enzim α -glukosidase baik pada standar *glukobay* maupun ekstrak kulit jengkol. Aktivitas penghambatan terbesar untuk standar dan ekstrak kulit jengkol berada pada konsentrasi 100 $\mu\text{g}/\text{ml}$ dengan persen inhibisi standar *glukobay* dan ekstrak kulit jengkol berturut-turut sebesar 94,29% dan 13,89% (Tabel 2).

Tabel 2. Aktivitas inhibitor α -glukosidase standar dan ekstrak kulit jengkol

Sampel	Konsentrasi ekstrak ($\mu\text{g}/\text{ml}$)	Inhibisi (%)
Standar (Glukobay)	10	78,93
	50	91,89
	100	94,29
Estrak kulit Jengkol	50	2,18
	75	6,73
	100	13,89

Peningkatan pengenceran pada sampel ekstrak kulit jengkol dimaksudkan untuk melihat seberapa besar persen penghambatan dibandingkan standar pada konsentrasi yang sama. Peningkatan konsentrasi ekstrak diharapkan sebanding dengan peningkatan persen penghambatannya (inhibisi). Konsentrasi ini masih dalam rentang aman uji toksisitas yang menyatakan ekstrak kulit jengkol aman dikonsumsi hingga dosis 5.500 mg/kg BB (Madiyah 2017). Nilai persen inhibisi ini selanjutnya digunakan untuk menghitung nilai IC50. IC50 adalah konsentrasi suatu senyawa yang dibutuhkan untuk menghambat 50% aktivitas sebuah sistem yang diberikan dalam hal ini enzim α -glukosidase (Palupi dan Widianto 2020).

Tabel 3. IC50 ekstrak kulit jengkol dibandingkan dengan standar

Sampel	IC50 ($\mu\text{g}/\text{ml}$)
Standar (Glukobay)	0,757
Ekstrak kulit jengkol	94,038

Uji terhadap berbagai konsentrasi ekstrak kulit jengkol dilakukan setelah diperoleh nilai IC50 akarbose untuk melihat apakah berbagai konsentrasi ekstrak kulit jengkol memiliki kemampuan menghambat aktivitas α -glukosidase. Ekstrak yang memiliki kemampuan IC50 paling rendah merupakan ekstrak yang memiliki kemampuan menghambat aktivitas enzim α -glukosidase paling besar. Pada standar yang digunakan yakni *glukobay* diperoleh nilai IC50 sebesar 0,757 $\mu\text{g}/\text{ml}$ dengan aktivitas penghambatan sangat kuat. Sedangkan ekstrak etanol kulit jengkol menghasilkan IC50 sebesar 94,038 $\mu\text{g}/\text{ml}$ yang juga tergolong penghambatan kuat. Ekstrak murni dari kulit jengkol dengan etanol 96% kemungkinan menghasilkan konsentrasi komponen aktif yang tinggi sehingga memiliki efek penghambatan yang baik.

Komponen aktif pangan yang merupakan metabolik sekunder sangat masif dikembangkan saat ini, Kulit jengkol mengandung metabolik sekunder antara lain alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, dan triterpen/steroid (Wartono *et al.* 2021). Senyawa metabolik yang terkandung berperan penting sebagai antioksidan dalam mencegah terjadinya penyakit kanker dan penyakit degeneratif (Walneg dan Marliyati 2022). Kerja flavonoid dalam aksinya sebagai antioksidan yakni dengan menangkap radikal bebas melalui pemberian atom hidrogen pada radikal tersebut sehingga dapat mengurangi kecepatan propagasi autooksidasi pada reaksi berantai (Wartono *et al.* 2021).

KESIMPULAN

Ekstrak kulit jengkol memiliki potensi penghambatan terhadap aktivitas enzim α -glukosidase. Efek penghambatan ini kemungkinan karena kandungan komponen aktif pada kulit jengkol. Diperlukan penelitian

lebih lanjut terkait penapisan komponen aktif yang ada sehingga dapat diketahui kandungan yang paling dominan dalam menghambat aktivitas enzim α -glukosidase.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Andalas yang telah membantu pendanaan penelitian ini.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan pada setiap penulis dalam menyiapkan artikel.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad R, Amin A, Waris R. 2023. Teknik pembuatan dan nilai rendamen simplisia dan ekstrak etanol biji bagore (*Caesalpinia crista* L.) asal Polewali Mandar. Makassar Natural Product Journal. 1(3):2023-138. Available at: <https://journal.farmasi.umi.ac.id/index.php/mnpj>.
- Asworo RY, Widwiastuti H. 2023. Pengaruh ukuran serbuk simplisia dan waktu maserasi terhadap aktivitas antioksidan ekstrak kulit sirsak. Indonesian Journal of Pharmaceutical Education. 3(2):256-263. <https://doi.org/10.37311/ijpe.v3i2.19906>
- [BPS Sumatera Barat] Badan Pusat Statistik Sumatera Barat. 2021. Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas Ubi Kayu 2019-2021. <https://sumbar.bps.go.id/statistics-table/2/NjIjMg==/luas-panen--produksi--dan-produktivitas-ubi-kayu.html>
- Cahyaningsih R, Brehm JM, Maxted N. 2021. Gap analysis of Indonesian priority medicinal plant species as part of their conservation planning. Global Ecology and Conservation. 26:e01459. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01459>
- Elya RS, Nurdin NM. 2024. Hubungan Kepatuhan diet, kualitas diet, dan aktivitas fisik dengan kadar glukosa darah penderita diabetes melitus tipe 2. J. Gizi Dietetik. 3(4):286-294. <https://doi.org/10.25182/jigd.2024.3.4.286-294>
- [IDF] International Diabetes Federation. 2019. The IDF Diabetes Atlas 9th edition. Belgium: International Diabetes Federation.
- Izol E, Yapici I. 2023. Effect of α -glucosidase and α -amylase enzymes on diabetes. International Marmara Scientific Research and Innovation Congress. https://www.researchgate.net/publication/375030461_EFFECT_of_a-GLUCOSIDASE_and_a-AMYLASE_ENZYMES_on_DIABETES
- [Kemenkes RI] Kementerian Kesehatan RI. 2018. Hasil Utama Riset Kesehatan Dasar. Jakarta: Kemenkes RI.
- Lubis MY, Siburian R, Marpaung L, Simanjuntak P, Nasution MP. 2018. Methyl gallate from Jiringa (*Archidendron jiringa*) and antioxidant activity. Asian J Pharm Clin Res. 11(1):346-350. <https://doi.org/10.22159/ajpcr.2017.v11i1.21637>
- Madiyah M, Ratningsih N, Malini DM, Faiza AH, Iskandar J. 2017. Uji toksisitas akut ekstrak etanol kulit buah jengkol (*Archidendron pauciflorum*) terhadap tikus Wistar betina. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon. 3(1):33-38. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m030107>
- Malini DM, Madiyah M, Khoirunnisa DA, Sasmita I, Ratningsih N, Alipin K, Hermawan W. 2019. Ekstrak Etanol Kulit Buah Jengkol Menurunkan Kadar Glukosa dan Meningkatkan Hormon Insulin Tikus Diabetes Yang Diinduksi Streptozotocin. Jurnal Veteriner. 20(1):65-73. <https://doi.org/10.19087/jveteriner.2019.20.1.65>
- Palupi SN, Widyanto R. 2020. Pengujian kapasitas antioksidan wedang tahu dalam rangka meningkatkan mutu fungsionalnya. Jurnal Mutu Pangan: Indonesian Journal of Food Quality. 7(1):46-51. <https://doi.org/10.29244/jmpi.2020.7.1.46>
- Puspita JP, Alimah SN, Ambarsari L, Wahyuni RN. 2023. Inhibisi Enzim A-Glukosidase Oleh Senyawa Flavonoid Daun Kelor (*Moringa Oleifera*) In Silico Dan In Vitro. Current Biochemistry. 10(2):62-73. <https://doi.org/10.29244/cb.10.2.3>

- Sihombing JR, Dharma A, Chadir Z, Almahdy A, Fachrial E, Munaf E. 2015. Phytochemical screening and antioxidant activities of 31 fruit peel extract from Sumatera, Indonesia. Journal of Chemistry and Pharmacology Research. 7(11):190-196.
- Syukri D. 2021. Bagan Alir Analisis Proksimat Bahan Pangan (Volumetri dan Gravimetri). Padang: Andalas University Press.
- Walneg ZF, Marliyati SA. 2022. Substitusi tepung ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas L.*) sebagai sumber serat dan antioksidan pada flaky crackers untuk remaja. Jurnal Ilmu Gizi dan Dieteti. 1(2):127-134. <https://doi.org/10.25182/jigd.2022.1.2.127-134>
- Wartono W, Mazmir M, Aryani F. 2021. Analisis fitokimia dan aktivitas antioksidan pada kulit buah jengkol (*Pithecellobium Jiringga*). Buletin Poltanesa. 22(1):80-85. <https://doi.org/10.51967/tanesa.v22i1.472>
- Wirastuti MDG, Falah S, Syaefudin S. 2022. The inhibitory activity and kinetics of α -glucosidase by *Toona sinensis* stem bark extracts. Current Biochemistry. 9(1):16-25. <https://doi.org/10.29244/cb.9.1.2>