JURNAL LOCUS: Penelitian & Pengabdian
Volume 4 No. 1 Januari 2025
E-ISSN 2829-7334| P-ISSN 2829-5439
Hompage: https://locus.rivierapublishing.id/index.php/jl

UJI AKTIVITAS ANTIDIABETIK DENGAN METODE PENGHAMBATAN A -AMILASE OLEH EKSTRAK ETANOL LIDAH BUAYA (ALOE VERA (L.) BURM. F.)

Leonardo Delvin Gosal[1], Christi Diana Mambo[2], Edward Nangoy[3], Fatimawali[4], Jimmy Posangi[5], Angelina Stevany Regina Masengi[6]
Universitas Sam Ratulangi, Indonesia
Email : leonardogosal011@student.unsrat.ac.id[1], christi.mambo@unsrat.ac.id[2], edward.nangoy@gmail.com[3], fatimawali@unsrat.ac.id[4], asrmasengi@unsrat.ac.id[5]

Abstrak:
Diabetes melitus merupakan gangguan metabolisme yang ditandai oleh adanya peningkatan kadar gula darah yang dapat menyebabkan komplikasi serius. Salah satu pendekatan terapi untuk mengelola diabetes adalah menghambat aktivitas enzim α-amilase, yang berperan dalam proses pencernaan karbohidrat. Lidah buaya (Aloe vera) mengandung senyawa bioaktif seperti alkaloid, tanin, dan saponin yang berpotensi menghambat enzim α-amilase. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui profil fitokimia pada ekstrak etanol lidah buaya serta mengetahui potensinya dalam menghambat enzim α-amilase. Ekstraksi dilakukan menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 96%. Skrining fitokimia dilakukan untuk mengidentifikasi kandungan senyawa fitokimia secara kualitatif dan pengujian aktivitas penghambatan dilakukan pada berbagai konsentrasi dengan akarbose sebagai kontrol positif serta larutan iodine sebagai indikator. Skrining fitokimia menunjukkan bahwa ekstak etanol lidah buaya mengandung senyawa alkaloid, tanin, dan saponin. Ekstrak etanol lidah buaya menunjukkan aktivitas penghambatan enzim α-amilase, dengan efektivitas tertinggi tercapai pada konsentrasi 80 ppm yang menghasilkan persentase penghambatan sebesar 59%. Nilai IC50 yang diperoleh mencapai ± 62,203 ppm, sedangkan akarbose, sebagai pembanding, memiliki nilai IC50 sebesar ± 41,040 ppm. Simpulan penelitian ini ialah ekstrak etanol lidah buaya mengandung senyawa fitokimia, seperti alkaloid, tanin, dan saponin, serta memiliki potensi untuk menghambat enzim α-amilase, meskipun efektivitasnya lebih rendah dibandingkan dengan kontrol positif.

Kata kunci: lidah buaya; diabetes; α-amilase; penghambatan enzim

Abstract:
Diabetes mellitus is a metabolic disorder characterized by elevated blood sugar levels that can lead to serious complications. One therapeutic approach to manage diabetes is to inhibit the activity of the enzyme α-amylase, which plays a role in the process of carbohydrate digestion. Aloe vera contains bioactive compounds such as alkaloids, tannins, and saponins that have the potential to inhibit the α-amylase enzyme. This study aims to determine the phytochemical profile of aloe vera ethanol extract and determine its potential in inhibiting α-amylase enzyme. Extraction was carried out using maceration method with 96% ethanol solvent. Phytochemical screening was carried out to qualitatively identify the content of phytochemical compounds and inhibitory activity testing was carried out at various concentrations with acarbose as a positive control and iodine solution as an indicator. Phytochemical screening showed that aloe vera ethanol extract contained alkaloid, tannin, and saponin compounds. Aloe vera ethanol extract showed inhibitory activity of α-amylase enzyme, with the highest effectiveness achieved at a concentration of 80 ppm which resulted in a percentage inhibition of 59%. The IC50 value obtained reached ± 62,203 ppm, while acarbose, as a comparator, had an IC50 value of ± 41,040 ppm. In conclusion, Ethanol extract of Aloe vera contains phytochemical compounds, such as alkaloids, tannins, and saponins, and has the potential to inhibit α-amylase enzyme, although its effectiveness is lower than the positive control.

***Keywords**: Aloe vera, diabetes, α-amylase, enzyme inhibition*

Corresponding: Leonardo Delvin Gosal
E-mail: leonardogosal011@student.unsrat.ac.id

PENDAHULUAN

Diabetes melitus (DM) adalah gangguan metabolisme yang ditandai oleh adanya peningkatan kadar gula darah yang melebihi batas normal atau hiperglikemia (Rawung et al., 2023). Pada tahun 2021, sekitar 536,6 juta orang di dunia menderita DM, dan angka ini diproyeksikan meningkat menjadi 783,2 juta pada tahun 2045. Indonesia menempati peringkat kelima dengan 19,5 juta penderita, mayoritas berupa diabetes melitus tipe 2 (DMT2) (Sun et al., 2022). Kondisi ini disebabkan oleh kombinasi resistensi insulin dan penurunan sekresi insulin, yang dapat memicu komplikasi seperti neuropati, nefropati, dan gangguan kardiovaskular (Cecil, 2024; Dirir et al., 2022; Rondonuwu et al., 2020).

Salah satu pendekatan pengelolaan DMT2 adalah penghambatan enzim α-amilase, yang berperan dalam pencernaan karbohidrat. Inhibisi enzim ini dapat menurunkan penyerapan glukosa dari saluran cerna, sehingga membantu mengontrol kadar gula darah (Li et al., 2022; Ogunyemi et al., 2022). Upaya menemukan terapi alami yang aman telah mendorong penelitian terhadap tanaman herbal, termasuk lidah buaya (*Aloe vera*). Tanaman ini mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid dan tanin yang berpotensi menghambat enzim α-amilase (Muñiz-Ramirez et al., 2020; Sánchez et al., 2020).

Proses ekstraksi senyawa aktif dari tumbuhan sangat dipengaruhi oleh jenis pelarut (Kemit et al., 2016; Yunita & Khodijah, 2020). Etanol sering digunakan karena keunggulannya, seperti tidak toksik, biaya rendah, dan efektif dalam mengekstrak senyawa bioaktif (Hakim & Saputri, 2020). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui profil fitokimia dan aktivitas penghambatan enzim α-amilase dari ekstrak etanol lidah buaya. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan informasi ilmiah terkait potensi lidah buaya sebagai agen antidiabetik alami yang aman dan efektif.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium yang dilakukan pada Agustus hingga Desember 2024, dengan pengambilan sampel di Kecamatan Wenang, Kota Manado, Sulawesi Utara. Ekstraksi dan pengujian dilakukan di Laboratorium Farmasi FMIPA Universitas Sam Ratulangi dan Laboratorium Forensik Polda Sulawesi Utara.

Daun lidah buaya segar dibersihkan, dipisahkan antara gel dan kulitnya, kemudian gel dihaluskan. Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi, dengan ± 941 g gel lidah buaya direndam dalam 941 mL etanol 96% selama 5 hari, sambil sesekali diaduk untuk memastikan perendaman merata. Ekstrak kemudian dilanjutkan dengan proses penyaringan dengan kertas saring dan penguapan dengan rotary evaporator selama 24 jam dan waterbath selama 2 jam untuk mendapatkan ekstrak kental lidah buaya.

Skrining fitokimia diawali dengan pembuatan larutan stok, yaitu dengan mencampurkan 2 gram gel lidah buaya dengan 20 mL etanol 96%. Uji alkaloid dilakukan dengan mencampurkan 2 mL ekstrak dengan 5 mL kloroform, 5 mL amonia, dan 5 tetes H_2SO_4, kemudian dikocok hingga terbentuk dua lapisan. Supernatan yang diperoleh dibagi ke dalam tiga tabung reaksi dan masing-masing diberi 10 tetes pereaksi Mayer, Wagner, dan Dragendorff. Hasil positif ditandai dengan terbentuknya endapan putih kekuningan untuk pereaksi Mayer, endapan cokelat untuk pereaksi Wagner, dan endapan jingga untuk pereaksi

Dragendorff. Uji flavonoid dilakukan dengan memanaskan 2 mL ekstrak, kemudian ditambahkan 200 mg serbuk magnesium serta 3 tetes HCl pekat dan dikocok perlahan. Perubahan warna menjadi merah jingga hingga merah ungu menunjukkan hasil positif.

Uji senyawa fenol dilakukan dengan mencampurkan 2 mL ekstrak dengan 10 tetes $FeCl_3$ 1%. Hasil positif ditunjukkan oleh perubahan warna menjadi biru atau hijau kehitaman. Uji tanin menggunakan metode serupa dengan menambahkan 5 tetes $FeCl_3$ 1% ke dalam 2 mL ekstrak. Hasil positif ditunjukkan oleh perubahan warna menjadi biru atau hijau kehitaman. Uji saponin, sebanyak 2 mL ekstrak dicampur dengan 3 tetes aquades, dipanaskan selama 10 menit, didinginkan, lalu dikocok kuat. Terbentuknya busa stabil menunjukkan hasil positif. Uji triterpenoid dan steroid dilakukan dengan mencampurkan 2 mL ekstrak dengan 1 mL asetat glasial dan 5 tetes H_2SO_4. Warna hijau-biru menunjukkan adanya steroid, sedangkan warna merah keunguan menunjukkan adanya triterpenoid.

Prosedur pengujian aktivitas penghambatan enzim α-amilase diterapkan dalam penelitian ini mengadaptasi prosedur dari Alfiani (2022) dengan sedikit modifikasi. Pengujian diawali dengan menyiapkan larutan uji, yaitu larutan pati 2%, larutan enzim α-amilase (40 ppm), larutan buffer fosfat pH 7, HCL 1N, larutan iodine sebagai indikator, larutan akarbose dengan berbagai konsentrasi (2,5 ppm, 5 ppm, 10 ppm, 20 ppm, 40 ppm, 80 ppm), dan larutan ekstrak lidah buaya dengan berbagai konsentrasi yang sama. Penentuan panjang gelombang maksimum dilakukan menggunakan larutan blanko yang disiapkan dengan mencampurkan 2 mL larutan pati 2%, 3 mL aquades, dan 2,9 mL buffer fosfat. Campuran tersebut diinkubasi selama 10 menit, kemudian ditambahkan 2 mL larutan HCl 1N dan 0,1 mL larutan iodine sebagai indikator. Campuran diukur dengan spektrofotometer UV-Vis untuk menentukan panjang gelombang maksimum absorbansi.

Uji penghambatan sampel dilakukan dengan mencampurkan 2 mL larutan pati 2%, 2 mL larutan ekstrak pada berbagai konsentrasi (2,5 ppm hingga 80 ppm), dan 2,9 mL buffer fosfat. Campuran diinkubasi selama 10 menit, kemudian reaksi dihentikan dengan penambahan 2 mL larutan HCl 1N, diikuti 0,1 mL larutan iodine sebagai indikator. Campuran diukur dengan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 575 nm. Pengujian serupa dilakukan untuk kontrol positif, dengan menggantikan larutan ekstrak menggunakan larutan akarbose pada konsentrasi yang sama. Perhitungan persentasi dihitung dengan rumus :

$$\text{Persentasi Penghambatan} = \frac{(\text{Ac} - \text{As})}{\text{Ac}} \times 100\ \%$$

Keterangan :
Ac : Absorbansi blanko
As : Absorbansi sampel

Data persentase penghambatan pada berbagai konsentrasi dievaluasi menggunakan regresi linier untuk menentukan nilai IC_{50}, yaitu konsentrasi yang diperlukan untuk menghambat 50% aktivitas enzim. Persamaan regresi yang digunakan adalah:

$$y = ax + b$$

dengan y sebagai persentase penghambatan dan x sebagai konsentrasi ekstrak atau akarbose. Nilai IC50 dihitung dengan:

$$IC_{50} = \frac{(50-b)}{a}$$

Keterangan :

IC_{50} = konsentrasi penghambatan yang diperlukan untuk menghambat 50% aktivitas enzim.

a = Kemiringan (slope) dari kurva

b = Titik potong pada sumbu y jika x = 0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Determinasi Tanaman

Penelitian ini menggunakan lidah buaya (*Aloe vera* (L.) Burm. f.) yang diperoleh dari Manado, Sulawesi Utara. Ekstrak lidah buaya diperoleh dengan metode maserasi menggunakan etanol 96% sebagai pelarut. Pemilihan etanol didasarkan pada sifatnya yang tidak toksik, mudah diperoleh, memiliki daya serap yang baik, dan efektif dalam mengekstraksi senyawa polar, semi-polar, dan non-polar, serta mencegah degradasi senyawa aktif (Wendersteyt et al., 2021). Proses perendaman dilakukan selama lima hari, kemudian campuran disaring dan dievaporasi menggunakan rotary evaporator pada suhu 55ºC untuk menghilangkan pelarut (Bani et al., 2023), diikuti penguapan tambahan menggunakan waterbath pada suhu 40ºC. Proses ini menghasilkan 8,5 g ekstrak etanol lidah buaya.

Skrining fitokimia terhadap ekstrak etanol lidah buaya menunjukkan adanya senyawa alkaloid, tanin, dan saponin, sementara flavonoid, fenol, steroid, dan triterpenoid tidak terdeteksi. Hasil ini menunjukkan adanya perbedaan dengan penelitian sebelumnya oleh Prastyoningsih et al. (2024), yang melaporkan adanya alkaloid, flavonoid, dan saponin dalam ekstrak lidah buaya. Perbedaan ini kemungkinan dipengaruhi oleh faktor geografis, kesuburan tanah, suhu, pH tanah, dan ketinggian tempat tumbuh tanaman (Yulia et al., 2022). Hasil skrining secara kualitatif dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Lidah Buaya

Uji Fitokimia	Pereaksi	Hasil	Keterangan
Alkaloid	*Mayer*	-	Tidak terbentuk endapan putih kekuningan
	Dragendorff	+	Terbentuk endapan cokelat
	Wagner	+	Terbentuk endapan kuning merah atau jingga
Tanin	$FeCl_3$ 1%	+	Terdapat perubahan warna menjadi biru atau hijau kehitaman
Saponin	*Aquades*	+	Terdapat busa stabil
Flavonoid	Mg + HCl	-	Tidak ada perubahan warna menjadi merah jingga hingga merah ungu
Fenol	$FeCl_3$ 1%	-	Tidak ada perubahan warna menjadi biru atau hijau kehitaman
Triterpenoid	Asam asetat glasial + asam sulfat pekat	-	Tidak terbentuk warna merah keunguan
Steroid	Asam asetat glasial + asam sulfat pekat	-	Tidak terbentuk warna hijau-biru

Pengujian aktivitas antidiabetik dalam penelitian ini dilakukan secara *in vitro* melalui penghambatan enzim α-amilase, yang berperan dalam degradasi pati. Penghambatan enzim ini memungkinkan kadar gula darah *postprandial* dapat terkontrol, yang menjadi salah satu pendekatan dalam pengelolaan diabetes melitus tipe 2 (Li et al., 2022; Williams, 2024). Larutan pati digunakan sebagai substrat enzim α-amilase, sementara buffer fosfat pH 7 berfungsi menjaga kondisi optimal enzim. Larutan HCl ditambahkan untuk menghentikan reaksi enzimatik karena pH memengaruhi aktivitas dan stabilitas enzim. Selain itu, larutan iodine digunakan sebagai indikator warna, membentuk kompleks iodine-amilum yang berwarna biru (Dinnar, 2022).

Penentuan panjang gelombang maksimum dilakukan menggunakan larutan blanko dengan panjang gelombang maksimum absorbansi berada pada 575 nm. Aktivitas penghambatan enzim α-amilase diuji menggunakan kontrol positif (akarbose) dan ekstrak lidah buaya pada berbagai konsentrasi (2,5–80 ppm). Nilai persentase inhibisi dan IC_{50} dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Persentasi Inhibisi dan IC_{50}

Larutan Uji	Konsentrasi (ppm)	Persentasi Inhibisi	IC_{50}
Ektrak Etanol Lidah Buaya	2,5	3,615	41,040 ppm
	5	10,960	
	10	23,201	
	20	26,271	
	40	37,325	
	80	59,284	
Akarbose	2,5	18,870	62,203 ppm
	5	25,762	
	10	35,932	
	20	38,003	
	40	53,258	
	80	71,977	

Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa ekstrak etanol lidah buaya memiliki aktivitas penghambatan terhadap enzim α-amilase, sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh Muñiz-Ramirez et al. (2020) dan Sacan et al. (2017). Studi oleh Sacan et al. (2017) juga mengatakan bahwa ekstrak lidah buaya menunjukkan aktivitas penghambatan enzim α-amilase, sedangkan Muñiz-Ramirez et al. (2020) melaporkan bahwa ekstrak metanol lidah buaya dapat menghambat enzim α-amilase.

Ekstrak lidah buaya pada konsentrasi 80 ppm menunjukkan aktivitas inhibisi terbesar, yaitu 59,28%, namun masih lebih rendah dibandingkan akarbose sebagai kontrol positif, yang memiliki inhibisi sebesar 71,98% pada konsentrasi yang sama. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai IC_{50} akarbose dalam penelitian ini sebesar 41,04 ppm, sedangkan studi sebelumnya melaporkan rentang nilai IC_{50} akarbose berkisar antara 1,4667 ppm hingga 241,32 ppm (Plasmawati et al., 2024; Ashari et al., 2024; Dinnar, 2022; Alfiani, 2022). Nilai IC_{50} ekstrak lidah buaya adalah 62,20 ppm, lebih tinggi dibandingkan IC_{50} akarbose, menunjukkan bahwa efektivitas penghambatan oleh ekstrak lidah buaya lebih lemah. Nilai IC_{50} mengacu pada konsentrasi yang diperlukan suatu sampel dalam menghambat aktivitas enzim sebesar 50%, dengan nilai IC_{50} yang lebih besar menunjukkan penghambatan aktivitas enzim α-amilase yang lebih lemah (Alfiani, 2022).

Kehadiran senyawa alkaloid, tanin, dan saponin dalam ekstrak lidah buaya diduga berperan dalam aktivitas penghambatan enzim α-amilase. Tanin dari ekstrak tanaman mampu menghambat

aktivitas enzim α-amilase. Saponin dari ekstrak tanaman dapat menghambat aktivitas enzim α-amilase melalui mekanisme penghambatan kompetitif (Nafiu & Ashafa, 2017). Alkaloid diketahui dapat bertindak sebagai inhibitor kompetitif melalui interaksi gugus nitrogen aktifnya dengan enzim (Ashari et al., 2024). Senyawa tanin juga dapat menghambat enzim α-amilase, melalui kemampuannya berikatan dengan karbohidrat dan protein (Chelladurai & Chinnachamy, 2018).

KESIMPULAN

Ekstrak etanol lidah buaya (*Aloe vera* (L.) Burm. f.) yang dihasilkan dengan metode maserasi mengandung senyawa fitokimia seperti alkaloid, tanin, dan saponin, yang telah teridentifikasi melalui skrining secara kualitatif. Ekstrak etanol lidah buaya menunjukkan aktivitas penghambatan enzim α-amilase dengan nilai IC_{50} sebesar 62,203 ppm. Hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak etanol lidah buaya memiliki potensi sebagai agen antidiabetik melalui mekanisme penghambatan enzim α-amilase, meskipun efektivitasnya lebih rendah dibandingkan akarbose.

DAFTAR PUSTAKA

Bani, A. A., Amin, A., Mun'im, A., & Radji, M. (2023). Rasio Nilai Rendamen Dan Lama Ekstraksi Maserat Etanol Daging Buah Burahol (stelecocharpus Burahol) Berdasarkan Carapreparasi Simplisia. *Makassar Natural Product Journal*, *1*(3), 176–184.

Cecil, R. L. (2024). *Goldman-Cecil medicine* (L. Goldman & K. A. Cooney, Eds.; 27th edition). Elsevier.

Chelladurai, G. R. M., & Chinnachamy, C. (2018). Alpha amylase and Alpha glucosidase inhibitory effects of aqueous stem extract of Salacia oblonga and its GC-MS analysis. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, *54*(1). https://doi.org/10.1590/s2175-97902018000117151

Dewi Plasmawati, K., Artini, K. S., & Permatasari, D. A. I. (2024). Penetapan kadar flavonoid dan uji aktivitas penghambat enzim α-amilase ekstrak etanol dan fraksi kulit pisang emas (Musa acuminate Colla) secara in-vitro. *Pharmasipha : Pharmaceutical Journal of Islamic Pharmacy*, *7*(2), 108–119. https://doi.org/10.21111/pharmasipha.v7i2.9954

Diana Nurrah Ashari, Tiara Ajeng L., & Danang Raharjo. (2024). Aktivitas Penghambatan Enzim α-Amilase Ekstrak Etanol dan Fraksi Buah Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi L.). *OBAT: Jurnal Riset Ilmu Farmasi dan Kesehatan*, *2*(6), 114–132. https://doi.org/10.61132/obat.v2i6.813

Dinnar, N. L. (2022). Uji aktivitas penghambatan enzim alfa amilase ekstrak dan fraksi daun binahong merah (anredera cordifolia (ten.) Steenis). *Jurnal Indonesia Sosial Sains*, *3*(10), 1361–1376. https://doi.org/10.59141/jiss.v3i10.718

Dirir, A. M., Daou, M., Yousef, A. F., & Yousef, L. F. (2022). A review of alpha-glucosidase inhibitors from plants as potential candidates for the treatment of type-2 diabetes. *Phytochemistry Reviews*, *21*(4), 1049–1079. https://doi.org/10.1007/s11101-021-09773-1

Hakim, A. R., & Saputri, R. (2020). Narrative Review: Optimasi Etanol sebagai Pelarut Senyawa Flavonoid dan Fenolik. *Jurnal Surya Medika*, *6*(1), 177–180. https://doi.org/10.33084/jsm.v6i1.1641

Kemit, N., Widarta, I. W. R., & Nocianitri, K. A. (2016). *Pengaruh Jenis Pelarut Dan Waktu Maserasi Terhadap Kandungan Senyawa Flavonoid Dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Alpukat (Persea Americana Mill)*. https://api.semanticscholar.org/CorpusID:99812234

Li, X., Bai, Y., Jin, Z., & Svensson, B. (2022). Food-derived non-phenolic α-amylase and α-glucosidase inhibitors for controlling starch digestion rate and guiding diabetes-friendly recipes. *LWT*, *153*, 112455. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112455

Lulu Alfiani. (2022). Uji Aktivitas Penghambatan Enzim α–amilase oleh Ekstrak Herba Ciplukan (Physalis Angulate L) Secara In Vitro. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, *8*(15). https://doi.org/10.5281/zenodo.7049485

Muñiz-Ramirez, A., Perez, R. M., Garcia, E., & Garcia, F. E. (2020). Antidiabetic Activity of *Aloe vera* Leaves. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, *2020*(1), 6371201. https://doi.org/10.1155/2020/6371201

Nafiu, M., & Tom Ashafa, A. (2017). Antioxidant and inhibitory effects of saponin extracts from Dianthus basuticus Burtt Davy on key enzymes implicated in type 2 diabetes In vitro. *Pharmacognosy Magazine*, *13*(52), 576. https://doi.org/10.4103/pm.pm_583_16

Ogunyemi, O. M., Gyebi, G. A., Saheed, A., Paul, J., Nwaneri-Chidozie, V., Olorundare, O., Adebayo, J., Koketsu, M., Aljarba, N., Alkahtani, S., Batiha, G. E.-S., & Olaiya, C. O. (2022). Inhibition mechanism of alpha-amylase, a diabetes target, by a steroidal pregnane and pregnane glycosides derived from Gongronema latifolium Benth. *Frontiers in Molecular Biosciences*, *9*, 866719. https://doi.org/10.3389/fmolb.2022.866719

Prastyoningsih, A., Wijayanti, W., Prawistya Sari, A., Parwati, L., Bethananta Aji, B., & Anif Nurlita, R. (2024). Analisis Kualitatif Ekstrak Daging Lidah Buaya Dengan Metode Maserasi Etanol 96%. *Jurnal Kesehatan Kusuma Husada*, 27–34. https://doi.org/10.34035/jk.v15i1.1228

Rawung, T., Posangi, J., & Nangoy, E. (2023). Efektivitas Penggunaan Empagliflozin terhadap Nilai HbA1c pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2. *Medical Scope Journal*, *5*(2), 232–239. https://doi.org/10.35790/msj.v5i2.45424

Rondonuwu, Y. A. Z., Mambo, C. D., & Posangi, J. (2020). *Perhitungan Biaya Satuan Diabetes Melitus Tipe 2 Dengan Komplikasi Ulkus Kaki Diabetik Di RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado Periode September—November 2019*. *4*(1).

Sacan, O., Akev, N., & Yanardag, R. (2017). In vitro inhibitory effect of Aloe vera (L.) Burm. F. Leaf extracts on the activity of some enzymes and antioxidant activity. *INDIAN J. BIOCHEM. BIOPHYS.*, *54*.

Sánchez, M., González-Burgos, E., Iglesias, I., & Gómez-Serranillos, M. P. (2020). Pharmacological Update Properties of Aloe Vera and its Major Active Constituents. *Molecules*, *25*(6), 1324. https://doi.org/10.3390/molecules25061324

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

Wendersteyt, N. V., Wewengkang, D. S., & Abdullah, S. S. (2021). Uji Aktivitas Antimikroba Dari Ekstrak Dan Fraksi Ascidian Herdmania Momus Dari Perairan Pulau Bangka Likupang Terhadap Pertumbuhan Mikroba Staphylococcus Aureus, Salmonella Typhimurium Dan Candida Albicans. *PHARMACON*, *10*(1), 706. https://doi.org/10.35799/pha.10.2021.32758

Williams, R. H. (2024). *Williams textbook of endocrinology* (S. Melmed, C. J. Rosen, R. J. Auchus, A. B. Goldfine, & P. A. Kopp, Eds.; Fifteenth edition). Elsevier.

Yulia, Y., Idris, M., & Rahmadina, R. (2022). Skrining Fitokimia dan Penentuan Kadar Flavonoid Daun Kelor (Moringa oleifera L.) Desa Dolok Sinumbah dan Raja Maligas Kecamatan Hutabayu Raja. *KLOROFIL: Jurnal Ilmu Biologi dan Terapan*, *6*(1), 49. https://doi.org/10.30821/kfl:jibt.v6i1.11678

Yunita, E., & Khodijah, Z. (2020). Pengaruh Konsentrasi Pelarut Etanol saat Maserasi terhadap Kadar Kuersetin Ekstrak Daun Asam Jawa (Tamarindus indica L.) secara Spektrofotometri UV-Vis. *PHARMACY: Jurnal Farmasi Indonesia (Pharmaceutical Journal of Indonesia)*, *17*(2), 273. https://doi.org/10.30595/pharmacy.v17i2.6841