



Uji Aktivitas Antioksidan Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea*) sebagai Upaya Pencegahan Penyakit Diabetes Melitus (DM)

Dita Apriana Dwi Astuti^{1*}, Aprilia Anjarwati², Saiful Muttaqin³
^{1,2,3} D-IV Teknologi Laboratorium Medis, Universitas Kadiri, Indonesia

Alamat: Jl. Selomangleng No. 1 Kota Kediri

Korespondensi penulis: ditaapriana@unik-kediri.ac.id

Abstract Diabetes mellitus (DM) is a chronic disease with a high prevalence, including in Indonesia (10.6%), and leads to serious complications due to endothelial cell damage and oxidative stress. Synthetic drugs often have side effects, thus there is a need for safe and effective herbal alternatives. This study aims to evaluate the antidiabetic potential and antioxidant activity of kombucha formulated with butterfly pea flowers (*Clitoria ternatea*) as a natural therapy based on probiotics and bioactive compounds from local plants. The butterfly pea kombucha was fermented for 12 days, and its total flavonoid content and antioxidant activity were analyzed using spectrophotometry. The kombucha extract at a concentration of 0.0216% b/v showed strong antioxidant activity, with an IC₅₀ value of 27.80 ppm and an inhibition percentage that increased from 14.72% at a concentration of 5 ppm to 20.23% at 1 ppm. The standard curve showed a linear equation of $y = 1.335x + 12.897$ with a coefficient of determination $R^2 = 0.9353$.

Keywords: Antioxidants, Butterfly pea flower kombucha, Diabetes mellitus, Herbal therapy, IC₅₀

Abstrak. Diabetes melitus (DM) merupakan penyakit kronis dengan prevalensi tinggi, termasuk di Indonesia (10,6%), yang menyebabkan komplikasi serius akibat kerusakan sel endotel dan stres oksidatif. Obat sintetis memiliki efek samping, sehingga diperlukan alternatif terapi herbal yang aman dan efektif. Studi ini bertujuan mengevaluasi potensi antidiabetes dan aktivitas antioksidan kombucha yang diformulasikan dengan bunga telang (*Clitoria ternatea*) sebagai terapi alami berbasis probiotik dan bioaktif tanaman lokal. Kombucha bunga telang difermentasi selama 12 hari, dianalisis flavonoid total dan aktivitas antioksidan menggunakan spektrofotometri. Ekstrak kombucha bunga telang 0,0216 % b/v memiliki aktivitas antioksidan kuat dengan nilai IC₅₀ sebesar 27,80 ppm dan persentase inhibisi meningkat dari 14,72% pada konsentrasi 5 ppm hingga 20,23% pada 1 ppm; kurva baku menunjukkan persamaan linear $y = 1,335x + 12,897$ dengan koefisien determinasi $R^2 = 0,9353$.

Kata kunci: Antioksidan, Kombucha bunga telang, Diabetes melitus, Terapi herbal, IC₅₀

1. LATAR BELAKANG

Diabetes melitus (DM) adalah penyakit kronis akibat gangguan insulin yang menyebabkan peningkatan kadar gula darah (Lestari *et al.*, 2021). DM penyebab kematian utama; 2021: 537 juta kasus global. Indonesia urutan 5, prevalensi 10,6% (IDF, 2021). Penderita DM dengan kadar gula ≥ 200 mg/dL alami kerusakan sel endotel. Obat sintetis picu efek samping (hipoglikemia, mual, tremor) (Kemenkes RI, 2018). Alternatifnya, herbal antidiabetik seperti soy-yamghurt dan kombucha alami dikembangkan (Joddy *et al.*, 2017). Kombucha adalah minuman probiotik hasil fermentasi bioteknologi oleh konsorsium bakteri dan ragi (SCOBY) (Rezaldi *et al.*, 2022). Fermentasi ini menghasilkan senyawa bioaktif seperti asam organik, enzim, vitamin, dan asam amino (Rezaldi *et al.*, 2022). Bunga telang (*Clitoria ternatea*) mengandung senyawa fenolik, flavonoid, dan antosianin yang berkhasiat sebagai antidiabetes dan berpotensi dikembangkan sebagai obat herbal (Chusak *et al.*, 2018). Fermentasi kombucha tingkatkan flavonoid bunga telang,

menghasilkan antioksidan yang cegah DM dengan kurangi stres oksidatif (Jakubczyk *et al.*, 2020).

Studi sebelumnya, formulasi nano herbal ukuran 4,7 nm–2,56 µm efektif sembuhkan luka. Gel AM <300 nm, CuO Aloe vera 35 nm, Baicalein liposom 125±2,9 nm, semua tunjukkan antibakteri & regenerasi jaringan in-vivo (Gupta *et al.*, 2025). Ekstrak jagung ungu 317,51 mg/g tingkatan kolagen, testosteron, memori, dan turunkan ROS, ALT, IL-4, dan opasitas lensa. Efek hepatoprotektif dan imunomodulator dibuktikan lewat model tikus dan puyuh (Bhushan *et al.*, 2024). Ekstraksi optimal di 45°C, 16 menit, hasilkan 487,25 mg/g antosianin & 2242,47 mg GAE/g fenolik. Aman (hingga 2,2 g/kg), dengan 13 antosianin aktif dan efek antibakteri serta antioksidan tinggi (Caroline Paz Gonçalves *et al.*, 2024). EECT 400 mg/kg kurangi diameter kaki ($P<0,001$), tingkatan Hb, SOD, GSH dan turunkan MDA, CAT. Efek setara diklofenak 10 mg/kg, terbukti in-vivo lawan artritis dan inflamasi (Swathi *et al.*, 2021). Ekstraksi DES (ChCl:Gly:CA 0.5:2:0.5) hasilkan fenolik dari anggur, genipin dari genipa, paeoniflorin dari peony. Pelarut ramah lingkungan mampu hasilkan ekstrak bioaktif dengan kadar tinggi dan stabil (Queffelec *et al.*, 2024).

Meskipun berbagai formulasi nano herbal dengan ukuran partikel antara 4,7 nm hingga 2,56 µm telah terbukti efektif dalam penyembuhan luka, antibakteri, dan regenerasi jaringan in-vivo, serta ekstrak bioaktif dari berbagai sumber alami menunjukkan potensi hepatoprotektif, imunomodulator, dan antiinflamasi, terdapat kesenjangan empiris dan metodologis yang signifikan. Data empiris yang ada masih terbatas pada model hewan tertentu dan belum mencakup evaluasi yang komprehensif terhadap mekanisme molekuler serta keamanan jangka panjang pada populasi yang lebih luas, khususnya manusia. Selain itu, metode ekstraksi dan formulasi nano yang digunakan masih beragam dan belum terstandarisasi, sehingga menghasilkan variasi dalam kestabilan dan bioavailabilitas senyawa aktif. Kesenjangan pengetahuan dan konsep terkait optimalisasi ukuran partikel dan kombinasi bioaktif untuk aplikasi klinis praktis juga masih kurang terdefinisi dengan baik, menimbulkan hambatan dalam penerapan hasil riset ke praktik medis secara luas. Hingga saat ini, penelitian mengenai potensi antidiabetes dari minuman probiotik kombucha yang diformulasikan dengan bunga telang (*Clitoria ternatea*) masih sangat terbatas, bahkan belum banyak dilaporkan secara ilmiah. Padahal, bunga telang dikenal kaya akan senyawa bioaktif seperti flavonoid dan antosianin, yang memiliki aktivitas antioksidan tinggi dan berpotensi menurunkan stres oksidatif, faktor utama dalam kerusakan sel pankreas pada penderita diabetes melitus. Di sisi lain, fermentasi kombucha

oleh mikroorganisme (SCOBY) diketahui mampu meningkatkan ketersediaan hayati senyawa fenolik melalui reaksi biokonversi, yang memperkuat aktivitas biologisnya.

Studi ini membuka peluang besar untuk eksplorasi kombinasi keduanya sebagai alternatif terapi alami. Kombucha bunga telang (24 g/2 L) difermentasi 12 hari suhu 20–25°C, lalu diuji flavonoid total (1000 ppm) dan aktivitas fitokimia; flavonoid diuji spektrofotometrik (λ 400–500 nm, AlCl_3 10%, 3x ulangan) pada objek ginjal tikus wistar jantan diabetes. Perlunya sinergi antara probiotik kombucha dan kandungan bioaktif bunga telang sebagai pendekatan baru dalam pencegahan dan pengelolaan diabetes melitus berbasis herbal dan bioteknologi.

Studi ini mengidentifikasi metabolit sekunder dan aktivitas antioksidan kombucha bunga telang hasil fermentasi yang akan memperkaya ilmu tentang senyawa bioaktif dan peran fermentasi dalam pengembangan antidiabetes. Ini sebagai alternatif terapi herbal probiotik aman dan mendorong pemanfaatan tanaman lokal untuk industri pangan dan kesehatan.

2. KAJIAN TEORITIS

Penyakit dan Terapi Farmalogi Diabetes Mellitus (DM)

Diabetes melitus (DM) adalah penyakit menahun akibat gangguan pankreas yang menurunkan insulin, menyebabkan hiperglikemia dan kerusakan organ meliputi buang air kecil, lapar berlebihan, berat badan menurun, serta keluhan seperti kesemutan, gatal, dan luka sulit sembuh. Diagnosis berdasarkan gejala dan pemeriksaan glukosa darah serta HbA1C (Lestari *et al.*, 2021). Pemeriksaan DM meliputi glukosa puasa ≥ 126 mg/dL, TTGO ≥ 200 mg/dL, HbA1C $\geq 6,5\%$, dan glukosa acak ≥ 200 mg/dL (Lestari *et al.*, 2021). Diabetes melitus (DM) terdiri dari tipe 1, 2, dan gestasional (Ozougwu, 2013). Tipe 1 adalah autoimun dengan kerusakan sel β pankreas. Tipe 2 mencakup 90% kasus, ditandai resistensi insulin dan hiperglikemia (Mokolomban *et al.*, 2018). DM gestasional muncul saat kehamilan dan berisiko komplikasi janin serta DM tipe 2 (Firdaus *et al.*, 2016). Hiperglikemia dapat merusak pembuluh darah, menyebabkan komplikasi (Kemenkes RI, 2018). Gaya hidup sehat penting untuk kontrol glikemik, namun obat jangka panjang diperlukan. Metformin umum dipakai, dapat menyebabkan mual, pusing, dan tremor pada pasien DM (Joddy *et al.*, 2017).

Minuman Probiotik Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea*)

Kombucha adalah minuman probiotik fermentasi menggunakan kultur bakteri dan ragi (SCOBY) yang menghasilkan senyawa bioaktif seperti asam organik, vitamin, enzim, dan polifenol (Antolak *et al.*, 2021). Nutrisi kombucha tergantung bahan baku, seperti teh, buah, atau rempah (Oguis *et al.*, 2019). Bunga telang (*Clitoria ternatea*) memiliki sifat antidiabetik dan antioksidan (Kavitha *et al.*, 2018). Senyawa flavonoid dan antosianin yang menghambat glikosilasi hemoglobin, penting untuk mencegah komplikasi diabetes (Younus & Anwar, 2016).

Aktivitas Antioksidan dalam mencegah Penyakit DM

Kadar flavonoid total dalam kombucha berperan sebagai antioksidan, terbentuk melalui fermentasi mikroba yang mengubah polifenol kompleks menjadi senyawa fenolik kecil. (Jakubczyk *et al.*, 2020). Antioksidan diukur dengan nilai IC₅₀; <50 ppm sangat kuat, 50-100 ppm kuat, 100-500 ppm sedang, >500 ppm lemah dalam menekan radikal bebas (Kintoko *et al.*, 2018; Prianggawe & Hajrin, 2024; Rahayu & Wulandari, 2025; Rita *et al.*, 2020; Widaryanti *et al.*, 2021).

3. METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan studi eksperimental terhadap aktivitas antioksidan kombucha bunga telang pada konsentrasi 0,0216% b/v melalui uji aktifitas antioksidan dengan panjang gelombang maksimal 518nm dengan waktu inkubasi 25 menit.

Populasi dan Sampel Penelitian

Penelitian ini menggunakan Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea*) 0,0216% b/v sebagai bahan uji aktifitas antioksidan.

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian ini meliputi dua tahap utama: pembuatan kombucha bunga telang dan analisis laboratorium. Pada tahap pertama, alat yang digunakan mencakup panci, kompor, dan botol steril, dengan bahan berupa simplisia bunga telang, gula pasir, dan air. Larutan teh bunga telang difermentasi menggunakan kultur SCOBY untuk menghasilkan kombucha. Tahap kedua melibatkan aktivitas antioksidan. alat yang digunakan antara lain tabung reaksi, beaker glass, corong pemisah, oven, waterbath, dan spektrofotometer UV-

Vis. Aktivitas antioksidan diukur melalui nilai serapan larutan dengan spektrofotometer pada panjang gelombang tertentu.

Prosedur Penelitian

Proses penelitian diawali dengan pembuatan kombucha dari bunga telang (*Clitoria ternatea*). Bunga telang kering sebanyak 24 gram direbus dalam 2 liter air mendidih yang telah dicampur 300 gram gula pasir hingga suhu turun antara 50–80°C. Setelah warna larutan berubah menjadi biru tua, panci ditutup dan dibiarkan hingga dingin. Larutan kemudian dimasukkan ke dalam botol steril yang telah diisi 166 ml larutan starter SCOBY dan 10 gram gel SCOBY. Botol ditutup dengan tisu bersih, lalu disimpan dalam kondisi anaerobik pada suhu 20–25°C selama 12 hari (Permatasari et al., 2022).

Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan menggunakan metode DPPH. Larutan DPPH 0,04 mM dibuat dengan melarutkan 15,8 mg serbuk DPPH dalam 100 ml etanol 96%. Panjang gelombang maksimum DPPH ditentukan dengan membaca absorbansi larutan pada rentang 400–800 nm. Operating time ditentukan dengan menambahkan kuersetin standar 3 ppm ke larutan DPPH dan mencatat kestabilan absorbansi. Sampel kombucha dan larutan pembanding dilarutkan dalam konsentrasi 1–5 ppm, kemudian dicampur dengan larutan DPPH dan diencerkan hingga 5 ml. Setelah diinkubasi sesuai waktu optimum, absorbansi diukur dengan spektrofotometer UV-Vis dan dilakukan tiga kali pengulangan untuk masing-masing konsentrasi.

Metode Analisa Data

Uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan memodelkan kurva baku berdasarkan persamaan linier, yang digunakan sebagai acuan untuk menentukan kapasitas antioksidan sampel. Selanjutnya, analisis dilakukan pada berbagai konsentrasi kombucha bunga telang, yaitu pada rentang 1 hingga 5 ppm. Meskipun terjadi peningkatan nilai % inhibisi seiring dengan kenaikan konsentrasi, analisis statistik menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok perlakuan. Hasil ini didukung oleh uji ANOVA yang menunjukkan ketidaksignifikanan perbedaan dan diperkuat oleh uji lanjut Tukey HSD yang tidak menemukan perbedaan yang bermakna. Selain itu, nilai IC50 yang diperoleh sebesar 27,80 ppm menunjukkan bahwa kombucha bunga telang memiliki aktivitas antioksidan yang tergolong sedang.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Tanaman telang dari famili Fabaceae, dengan seluruh bagian bermanfaat kesehatan (akar hingga bunga), diuji menggunakan sampel tikus Wistar dan alat uji antioksidan untuk mengevaluasi potensi bioaktifnya secara mendalam (Gambar 1 dan Gambar 2).



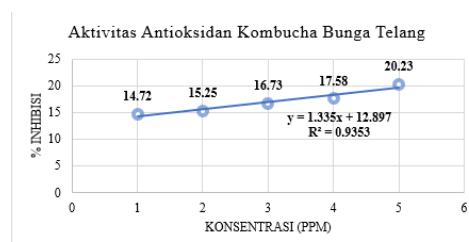
Gambar 1. Tanaman telang (kiri), bunga telang (kanan atas), bagian-bagian bunga telang (kanan bawah). Merupakan famili Fabaceae atau polong-polongan, seluruh bagian tanaman dari akar hingga bunga sangat bermanfaat bagi kesehatan

Sumber: (Marpaung, 2020)



Gambar 2. Alat Uji Antioksidan

Uji antioksidan dilakukan pada kombucha bunga telang 0,0216% b/v dengan panjang gelombang maksimal 518 nm dengan waktu inkubasi 25 menit. Penentuan kurva baku kombucha bunga telang. Kurva baku ekstrak bunga telang dengan persamaan linier $y = 1,335x + 12,897$ dan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9353, yang mengindikasikan hubungan kuat antara konsentrasi dan absorbansi; nilai R^2 mendekati 1 berarti model linier sangat sesuai untuk prediksi konsentrasi berdasarkan absorbansi.



Gambar 3. Kurva Baku Ekstrak Bunga Telang, diperoleh persamaan linier $y = 1,335x + 12,897$ dengan nilai R^2 0,9353

Sumber: olah data peneliti

Semakin tinggi konsentrasi sampel, persentase inhibisi terhadap target juga meningkat, menunjukkan efektivitas zat dalam menghambat reaksi atau aktivitas yang diukur. Nilai IC50 sebesar 27,80 ppm berarti konsentrasi pada titik ini mampu menginhibisi 50% aktivitas, yang menunjukkan potensi zat sebagai inhibitor yang cukup kuat pada dosis rendah. Keunggulannya adalah efektivitas inhibisi yang terlihat signifikan pada konsentrasi rendah (1–5 ppm), sehingga zat ini efisien dan dapat digunakan dalam jumlah kecil untuk mencapai efek penghambatan yang diinginkan, mengurangi biaya dan potensi efek samping (Tabel 1).

Tabel 1. Kadar Antioksidan Kombucha Bunga Telang

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi Blangko	Absorbansi Sampel	Absorbansi	% Inhibisi	IC50 (ppm)
5	0,159	0,912	0,753	14,72	27,80
4	0,159	0,937	0,778	15,25	
3	0,159	0,945	0,786	16,73	
2	0,159	0,959	0,8	17,58	
1	0,159	0,963	0,805	20,23	

Sumber: olah data peneliti

Nilai aktivitas antioksidan pada kombucha bunga telang tergolong sangat kuat berdasarkan kategori IC50. Selaras dengan hasil tersebut, data pada Tabel 1 mengenai kadar antioksidan kombucha bunga telang menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi tidak memberikan perbedaan yang signifikan dalam persentase inhibisi. Persentase inhibisi meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi dari 5 ppm hingga 1 ppm, dengan nilai IC50 tercatat sebesar 27,80 ppm pada konsentrasi 5 ppm.

Pembahasan Penelitian tentang antioksidan saja mas

Tanaman telang dari famili Fabaceae diuji dengan pengujian aktivitas antioksidan pada kombucha dengan konsentrasi 0,0216% b/v. Pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 518 nm dengan waktu inkubasi selama 25 menit. Hasil kurva baku menunjukkan hubungan yang kuat antara konsentrasi dan absorbansi, yang mengindikasikan bahwa metode yang digunakan akurat dan andal. Persentase inhibisi meningkat pada konsentrasi 1–5 ppm, dan nilai IC50 yang diperoleh menunjukkan potensi antioksidan yang sangat kuat. Studi ini sejalan dengan empiris bahwa terdapat 203 spesies dari 81 famili diuji; flavonoid, fenolik, alkaloid dominan hepatoprotektif (Islam Shawon et al., 2024). Disisi lain, sejumlah 45 dari 89 tanaman STM terbukti ansiolitik; 22 fitokimia memodulasi GABA & serotonin (Mendis et al., 2025). Nanopartikel ZnO & Ag aktif sebagai antimikroba & antioksidan (Pourmadadi et al., 2024). Temuan terhadap

orthosiphon stamineus (Nuvastatic 1000 mg, 3x sehari, 12 bulan) kurangi ketebalan retina pada 50 pasien usia rata-rata 59 tahun. Psidium guajava (daun 500 mg) tidak efektif; buah 500 mg, 5 minggu turunkan gula darah pada 100 peserta usia 22–55 tahun. Trigonella foenum-graecum efektif bila dikonsumsi 5–25 g/hari, minimal 5 gram per hari dalam bentuk ekstrak atau kapsul (Ahda et al., 2023). CDs seperti Y-CDs mampu menembus sawar darah otak (BBB) baik secara aktif melalui reseptor transferrin maupun pasif, dengan ukuran partikel 3,4–45 nm. GQDs berukuran 8–20 nm terbukti efektif menurunkan deposisi plak A β , peradangan, serta meningkatkan jumlah neuron pada model PC12 cells dan APP/PS1 mice. Modifikasi molekul seperti kurkumin, DNA aptamer, dan tramiprosate memperkuat efek inhibisi agregasi A β serta meningkatkan viabilitas sel (Guo et al., 2022). Telang efektif sebagai antioksidan kuat dengan IC₅₀ 27,80 ppm.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Studi ini menemukan bahwa ekstrak kombucha bunga telang dari famili Fabaceae memiliki aktivitas antioksidan kuat dengan nilai IC₅₀ sebesar 27,80 ppm, didukung oleh kurva baku dengan koefisien determinasi $R^2 = 0,9353$ yang mengindikasikan hubungan linear kuat antara konsentrasi dan absorbansi; temuan ini mengimplikasikan potensi praktis ekstrak sebagai inhibitor oksidatif efisien pada dosis rendah, memperkaya literatur bioaktivitas tanaman Fabaceae dan membuka peluang penelitian lanjutan untuk optimalisasi dosis dan mekanisme kerja di berbagai model biologis.

DAFTAR REFERENSI

- Ahda, M., Jaswir, I., Khatib, A., Ahmed, Q. U., Mahfudh, N., & Ardini, Y. D. (2023). A review on selected herbal plants as alternative anti-diabetes drugs: Chemical compositions, mechanisms of action, and clinical study. *International Journal of Food Properties*, 26(1), 1414–1425. <https://doi.org/10.1080/10942912.2023.2215475>
- Antolak, H., Piechota, D., & Kucharska, A. (2021). Kombucha tea—A double power of bioactive compounds from tea and symbiotic culture of bacteria and yeasts (SCOBY). *Antioxidants*, 10(10), 1541. <https://doi.org/10.3390/antiox10101541>
- Bhushan, B., Kumar, S., Kaur, C., Devi, V., Chaudhary, D. P., Singh, A., Dagla, M. C., Karjagi, C. G., Saleena, L. A. K., Chandran, D., & Kumar, M. (2024). Beyond colors: The health benefits of maize anthocyanins. *Applied Food Research*, 4(1), 100399. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2024.100399>
- Caroline Paz Gonçalves, G., Lizandra Gomes Rosas, A., Carneiro de Sousa, R., Regina Rodrigues Vieira, T., César de Albuquerque Sousa, T., Ramires, T., Ferreira Ferreira da Silveira, T., Barros, L., Padilha da Silva, W., Renato Guerra Dias, Á., da Rosa

- Zavareze, E., & Dillenburg Meinhart, A. (2024). A green method for anthocyanin extraction from *Clitoria ternatea* flowers cultivated in southern Brazil: Characterization, in vivo toxicity, and biological activity. *Food Chemistry*, 435, 137575. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137575>
- Chusak, C., Thilavech, T., Henry, C. J., & Adisakwattana, S. (2018). Acute effect of *Clitoria ternatea* flower beverage on glycemic response and antioxidant capacity in healthy subjects: A randomized crossover trial. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 18(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12906-017-2075-7>
- Firdaus, Rimbawan, Anna Marliyati, S., & Roosita, K. (2016). Model tikus diabetes yang diinduksi streptozotocin-sukrosa untuk pendekatan penelitian diabetes melitus gestasional. *Jurnal MKMI*, 12(1), 29–34.
- Fuaddi, H., & Pradana, J. A. (2024). *Statistik deskriptif* (1st ed.). Penamuda. <https://penamuda.com/product/statistik-deskriptif/>
- Guo, F., Li, Q., Zhang, X., Liu, Y., Jiang, J., Cheng, S., Yu, S., Zhang, X., Liu, F., Li, Y., Rose, G., & Zhang, H. (2022). Applications of carbon dots for the treatment of Alzheimer's disease. *International Journal of Nanomedicine*, 17, 6621–6638. <https://doi.org/10.2147/IJN.S388030>
- Gupta, J., Kumar, D., Gupta, R., Diwakar, D., Shanno, K., Tripathi, A. K., Kumar, A., & Kumar, M. (2025). Therapeutic potential of traditional Chinese medicine loaded nanocarriers in wound management: Current status and their future perspective. *Pharmacological Research - Modern Chinese Medicine*, 15(April), 100622. <https://doi.org/10.1016/j.prmcm.2025.100622>
- IDF. (2021). 1 in 9 people are living with diabetes. <https://idf.org/>
- Islam Shawon, S., Nargis Reyda, R., & Qais, N. (2024). Medicinal herbs and their metabolites with biological potential to protect and combat liver toxicity and its disorders: A review. *Heliyon*, 10(3), e25340. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25340>
- Jakubczyk, K., Kałduńska, J., Kochman, J., & Janda, K. (2020). Chemical profile and antioxidant activity of the kombucha beverage derived from white, green, black and red tea. *Antioxidants*, 9(5), 447. <https://doi.org/10.3390/antiox9050447>
- Joddy, R., Putra, S., Achmad, A., & Rachma, H. (2017). Kejadian efek samping potensial terapi obat anti diabetes pasien diabetes melitus berdasarkan algoritma Naranjo. *Pharmaceutical Journal of Indonesia*, 2017(2), 46–46.
- Kavitha, R., & Nadu, T. (2018). Biochemical studies on the effect of ethanolic extracts of. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 9(11), 4682–4689. [https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.9\(11\).4682-89](https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.9(11).4682-89)
- Kemenkes RI. (2018). *Hasil riset kesehatan dasar tahun 2018*. Kementrian Kesehatan RI.
- Kintoko, K., Balfas, R. F., Ustrina, N., Widyarini, S., Saputri, L. C., Nurwijayanti, A., Riana, F. S., & Anggraini, N. T. (2018). Efek anti diabetes *Spirulina platensis* terhadap analisis kadar, gambaran histopatologi, ekspresi insulin dan glucose transporter 4 pada tikus

- putih Wistar yang diinduksi streptozotocin. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 16(2), 238. <https://doi.org/10.35814/jifi.v16i2.541>
- Lestari, Zulkarnain, & Sijid, S. A. (2021). *Diabetes melitus: Review etiologi, patofisiologi, gejala, penyebab, cara pemeriksaan, cara pengobatan dan cara pencegahan*. UIN Alauddin Makassar.
- Marpaung, A. M. (2020). Tinjauan manfaat bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) bagi kesehatan manusia. *Journal of Functional Food and Nutraceutical*, 1(2), 63–85. <https://doi.org/10.33555/jffn.v1i2.30>
- Mendis, K., Gnanapragasam, M. A., Hangidi, D., Ayesha, G., Keerthirathne, N., Arachchige, L., Madushani, N., Mohottige, G., Madhusa, T., Senanayake, S., Bandara, C., Abeytunga, T., Achchige, T., Rishadi, N., & Jayakody, T. (2025). Neuropharmacology and the applications of herbal extracts found within Sri Lankan traditional anxiety remedies. *Phytomedicine Plus*, 100794. <https://doi.org/10.1016/j.phyplu.2025.100794>
- Mokolomban, C., Wiyono, W. I., & Mpila, D. A. (2018). Kepatuhan minum obat pada pasien diabetes melitus tipe 2 disertai hipertensi dengan menggunakan metode MMAS-8. *Pharmacon*, 7(4), 69–78.
- Nintiasari, J., & Ramadhani, M. A. (2022). Uji kuantitatif flavonoid dan aktivitas antioksidan teh kombucha daun kersen (*Muntingia calabura*). *Indonesian Journal of Pharmacy and Natural Product*, 5(2), 174–183. <https://doi.org/10.35473/ijpnp.v5i2.1887>
- Oguis, G. K., Gilding, E. K., Jackson, M. A., & Craik, D. J. (2019). Butterfly pea (*Clitoria ternatea*), a cyclotide-bearing plant with applications in agriculture and medicine. *Frontiers in Plant Science*, 10(May), 1–23. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00645>
- Ozougwu, O. (2013). The pathogenesis and pathophysiology of type 1 and type 2 diabetes mellitus. *Journal of Physiology and Pathophysiology*, 4(4), 46–57. <https://doi.org/10.5897/jpap2013.0001>
- Permatasari, H. K., Nurkolis, F., Gunawan, W. Ben, Yusuf, V. M., Yusuf, M., Kusuma, R. J., Sabrina, N., Muharram, F. R., Taslim, N. A., Mayulu, N., Batubara, S. C., Samtiya, M., Hardinsyah, H., & Tsopmo, A. (2022). Modulation of gut microbiota and markers of metabolic syndrome in mice on cholesterol and fat enriched diet by butterfly pea flower kombucha. *Current Research in Food Science*, 5(June), 1251–1265. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2022.08.005>
- Pourmadadi, M., Aslani, A., Holghoomi, R., Fathi-karkan, S., Rahdar, A., Kharaba, Z., & Pandey, S. (2024). Harnessing bio-waste for biomedical applications: A new horizon in sustainable healthcare. *European Journal of Medicinal Chemistry Reports*, 12(March), 100234. <https://doi.org/10.1016/j.ejmcr.2024.100234>
- Prianggawe, & Hajrin, W. (2024). Literature review: Aktivitas antioksidan sediaan gel. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 5(September), 7573–7582.
- Putri, T. F., Wasita, B., & Indarto, D. (2023). Administrations of butterfly pea flower (*Clitoria ternatea* L.) extract reduce oxidative stress and increase body weight of male Wistar rats with diabetes. *Amerta Nutrition*, 7(3), 400–405. <https://doi.org/10.20473/amnt.v7i3.2023.400-405>

- Queffelec, J., Beraud, W., Dolores Torres, M., & Domínguez, H. (2024). Advances in obtaining ready to use extracts with natural solvents. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 38(December 2023), 101478. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2024.101478>
- Rahayu, R. S., & Wulandari, C. (2025). Aktivitas antioksidan daun sirsak (*Annona muricata* L.): A systematic review. *Journal Syifa Sciences and Clinical Research (JSSCR)*, 7, 6–17.
- Rezaldi, F. (2022). Fitokimia dan skrining awal metode bioteknologi fermentasi kombucha bunga telang (*Clitoria ternatea* L) sebagai bahan aktif sabun cuci tangan probiotik. *Medfarm: Jurnal Farmasi Dan Kesehatan*, 11(1), 44–61. <https://doi.org/10.48191/medfarm.v11i1.72>
- Rezaldi, F., Fadillah, M. F., Agustiansyah, L. D., Trisnawati, D., & Pertiwi, F. D. (2022). Pengaruh metode bioteknologi fermentasi kombucha bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) sebagai penurun kadar kolesterol bebek pedaging berdasarkan konsentrasi gula aren yang berbeda-beda. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 7(2), 57–67.
- Rezaldi, F., Fadillah, M. F., Mu'jijah, M., Abdilah, N. A., & Meliyawati, M. (2022). Potensi kombucha bunga telang sebagai himbauan kepada wisatawan Pantai Carita dalam meningkatkan imunitas. *Selaparang: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 6(2), 867. <https://doi.org/10.31764/jpmb.v6i2.8472>
- Rita, Kusharyanti, I., & Wahdaningsih, S. (2013). Uji aktivitas nefroprotektif fraksi metanol daun kesum (*Polygonum minus* Huds.) pada tikus jantan galur Wistar (*Rattus norvegicus*) yang diinduksi cisplatin. *Untan*, 1(1).
- Rita, Kusharyanti, I., & Wahdaningsih, S. (2020). Uji aktivitas nefroprotektif fraksi metanol daun kesum (*Polygonum minus* Huds.) pada tikus jantan galur Wistar (*Rattus norvegicus*) yang diinduksi cisplatin. *Untan*.
- Swathi, K. P., Jayaram, S., Sugumar, D., & Rymbai, E. (2021). Evaluation of anti-inflammatory and anti-arthritic property of ethanolic extract of *Clitoria ternatea*. *Chinese Herbal Medicines*, 13(2), 243–249. <https://doi.org/10.1016/j.chmed.2020.11.004>
- Widaryanti, B., Khikmah, N., & Sulistyani, N. (2021). Efek rebusan sereh (*Cymbopogon citratus*) terhadap respon stres oksidatif pada tikus Wistar jantan (*Rattus norvegicus*) diabetes. *Life Science*, 10(2), 173–181. <https://doi.org/10.15294/lifesci.v10i2.54457>
- Wulansari, D. D., & Wulandari, D. D. (2018). Pengembangan model hewan coba tikus diabetes mellitus tipe 2 dengan induksi diet tinggi fruktosa intragastrik. *MPI (Media Pharmaceutica Indonesiana)*, 2(1), 41–47. <https://doi.org/10.24123/mpj.v2i1.1302>
- Younus, H., & Anwar, S. (2016). Prevention of non-enzymatic glycosylation (glycation): Implication in the treatment of diabetic complication. *International Journal of Health Sciences*, 10(2), 247–263. <https://doi.org/10.12816/0048818>