



## TINJAUAN ANALISIS SENYAWA AKTIF DARI EKSTRAK BEBERAPA TANAMAN YANG BERPOTENSI SEBAGAI OBAT ANTIDIABETES

### *REVIEW OF ANALYSIS OF ACTIVE COMPOUNDS FROM EXTRACTS OF SEVERAL PLANTS THAT HAVE POTENTIAL AS ANTIDIABETIC DRUGS*

**Ferawati Ginting\*<sup>1</sup>, Gusbakti Rusip<sup>2</sup>, Maya Sari Mutia<sup>3</sup>, Hafiz Muchti Kurniawan<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Universitas Prima Indonesia

<sup>4</sup>Universitas Adiwangsa Jambi

Email : ferawatiboruginting@gmail.com

#### ABSTRAK

Latar Belakang: Diabetes melitus (DM) merupakan suatu penyakit atau kelainan metabolisme kronis dengan berbagai etiologi yang ditandai dengan tingginya kadar gula darah dan gangguan metabolisme karbohidrat, lipid, dan protein sebagai akibat dari kurangnya fungsi insulin. Terapi baru harus diciptakan dan ditemukan untuk memenuhi kebutuhan layanan kesehatan, termasuk untuk promosi, pencegahan, pengobatan, dan rehabilitasi. Saat ini, penggunaan obat herbal makin diminati karena dipercaya memiliki efek samping yang rendah. Beberapa tanaman yang dijumpai di Indonesia diketahui kaya akan senyawa aktif seperti flavonoid, terpenoid, fenolik dll. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui menganalisis senyawa aktif yang terkandung pada beberapa tanaman yang berpotensi sebagai obat antidiabetes. Metode: Studi literatur review dari jurnal terkait. Hasil: Berdasarkan penelitian yang dilakukan diketahui beberapa tanaman seperti sirih merah, bayam merah, gambir laut dan Ocimum mampu menurunkan kadar gula dalam darah dan diketahui pula bahwa hasil ekstraksi terhadap tanaman ini memiliki kandungan senyawa flavonoid, terpenoid, fenolik dll yang dipercaya memiliki sifat antidiabetes.

Kata Kunci : senyawa aktif, tanaman herbal, antidiabetes

#### ABSTRACT

*Background: Diabetes mellitus (DM) is a disease or chronic metabolic disorder with various etiologies which is characterized by high blood sugar levels and disorders of carbohydrate, lipid and protein metabolism as a result of lack of insulin function. New therapies must be created and discovered to meet health service needs, including for promotion, prevention, treatment and rehabilitation. Currently, the use of herbal medicines is increasingly in demand because they are believed to have low side effects. Several plants found in Indonesia are known to be rich in active compounds such as flavonoids, terpenoids, phenolics, etc. The aim of this research is to analyze the active compounds contained in several plants which have the potential to be used as antidiabetic drugs. Method: Literature review study from related journals. Results: Based on research conducted, it is known that several plants such as red betel, red spinach, sea gambier and Ocimum are able to reduce blood sugar levels and it is also known that the extraction results from these plants contain flavonoid, terpenoid, phenolic compounds, etc. which are believed to have anti-diabetic properties.*

*Keywords: active compounds, herbal plants, antidiabetic*

## PENDAHULUAN

Diabetes melitus (DM) merupakan suatu penyakit atau kelainan metabolisme kronis dengan berbagai etiologi yang ditandai dengan tingginya kadar gula darah dan gangguan metabolisme karbohidrat, lipid, dan protein sebagai akibat dari kurangnya fungsi insulin. Terapi baru harus diciptakan dan ditemukan untuk memenuhi kebutuhan layanan kesehatan, termasuk untuk promosi, pencegahan, pengobatan, dan rehabilitasi. Puluhan atau bahkan ratusan obat baru dirilis ke pasar setiap tahunnya setelah melalui proses pengembangan yang memakan waktu dan mahal. DM adalah kondisi metabolik umum yang ditandai dengan hiperglikemia persisten akibat berkurangnya sekresi insulin, gangguan pemanfaatan glukosa, resistensi insulin, dan peningkatan sintesis glukosa. Tujuan pengobatan diabetes mellitus adalah untuk mencapai kadar insulin normal dalam plasma. Dalam pendekatan farmakologi jaringan, protein jaringan penting ditargetkan secara sinergis oleh dua atau lebih obat yang bekerja secara mekanis pada modul sinyal penyakit kausal yang sama (Shobrun Jamil dan Hilmy 2023).

Kelainan pada sekresi atau kerja insulin menyebabkan hiperglikemia. Diabetes memiliki etiologi yang rumit, berkembang seiring berjalannya waktu, dan bermanifestasi dalam beberapa cara. Hiperglikemia dan disfungsi metabolisme protein, lipid, dan karbohidrat terkait berdampak pada banyak organ fisiologis dan mengganggu kemampuan mereka untuk beroperasi secara normal (Wong and Artini 2023)

Agen terapeutik seperti sulfonil urea, dll digunakan untuk mengontrol kadar glukosa darah pada pasien diabetes. Namun penggunaan kronis dari agen ini menghasilkan efek samping. Selain itu, kenaikan biaya pengobatan dan peningkatan angka kegagalan membuat penggunaan agen ini sulit dalam jangka waktu lama. Oleh karena itu diperlukan pengobatan yang memiliki efek samping rendah dan terjangkau oleh masyarakat umum (Kumar and Mukkadan, 2014.)

Dalam beberapa tahun terakhir, sistem incretin telah menjadi target penting dalam pengobatan diabetes tipe 2, dan glukagon-like peptida 1 (GLP-1) menjadi perhatian khusus karena efeknya dalam menurunkan glukosa. Respon fisiologis terhadap konsumsi nutrisi oral, yang melibatkan sistem inkretin, berkurang pada beberapa pasien diabetes tipe 2 namun dapat ditingkatkan dengan pemberian agonis reseptor GLP-1. Agonis reseptor GLP-1 yang saat ini disetujui di Amerika Serikat untuk pengobatan diabetes tipe 2 termasuk exenatide (diberikan dua kali sehari), liraglutide dan lixisenatide (diberikan sekali sehari), dan agen sekali seminggu exenatide extended-release, albiglutide, dan dulaglutide. Agen-agen ini telah terbukti mengurangi A1C (sebesar 0,8-1,6%), berat badan (sebesar 1-3 kg), tekanan darah, dan lipid. Agonis reseptor GLP-1 dikaitkan dengan risiko hipoglikemia yang rendah, dan efek samping yang paling umum terjadi pada gastrointestinal. Seleksi dan edukasi pasien yang tepat dapat membantu mencapai hasil pengobatan yang positif (Zata Ishmah and Sulaeman, 2023).

Untuk memperoleh metabolit dari minyak mentah perlu dilakukan ekstraksi sesuai dengan sifat zat aktif dan pelarut yang sesuai dengan kelarutan zat aktif. Identifikasi senyawa aktif sebagai metabolit sekunder menggunakan alat yang tepat. Isolasi senyawa metabolit sekunder dari suatu bahan alam dapat dilakukan dengan berbagai metode ekstraksi, yaitu Soxhlet, maserasi, dan perkolasi. Senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam bahan alam dapat larut dalam pelarut dengan sifat polaritas berbeda. Yang mempunyai sifat polaritas yang berbeda-beda. Senyawa polar larut dalam pelarut polar, sedangkan senyawa non polar larut dalam pelarut non polar, sehingga pelarut yang digunakan akan selektif memisahkan kandungan senyawanya (Zata Ishmah and Sulaeman, 2023).

Tanaman telah digunakan untuk pengobatan diabetes sejak 1550 SM. Rempah-



rempah telah digunakan sejak zaman dahulu tidak hanya untuk meningkatkan cita rasa makanan tetapi juga sebagai pengawet dan khasiat obat (Kumar and Mukkadan, 2014).

Sebagian besar komponen tumbuhan telah digunakan sebagai ekstrak, dan mungkin memiliki kualitas antioksidan dan anti-inflamasi yang berhubungan dengan kondisi seperti diabetes, aterosklerosis, penyakit neurodegeneratif, atau kanker. Selain itu, ekstrak tumbuhan dapat mengontrol susunan mikrobiota usus dengan bertindak sebagai agen antiinflamasi (Wong and Artini 2023).

Karena sifat antioksidan polifenol yang kuat, zat ini dapat mencegah atau mengobati beberapa penyakit yang berhubungan dengan stres oksidatif, antara lain kanker, diabetes, neurodegeneratif, autoimun, kardiovaskular, dan penyakit mata (Wong and Artini 2023). Tinjauan ini menjelaskan analisis senyawa aktif dan mekanisme antidiabetik beberapa tanaman bersifat antidiabetes.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan studi *literatur review*, dengan langkah analitis untuk menemukan dan menggabungkan beberapa abstrak serta menganalisis fakta dari berbagai sumber ilmiah yang sesuai dengan kriteria valid dan akurat. Tinjauan pustaka menyajikan ringkasan berupa publikasi yang paling relevan, kemudian membandingkan hasil yang disajikan dalam makalah. Sumber data yang digunakan dalam artikel ini terdiri dari sumber primer dan tersier. Sumber data primer dalam artikel ini berupa jurnal ilmiah baik nasional maupun internasional. Sedangkan sumber tersier adalah website terpercaya seperti Google Scholar, SINTA, PubMed, NCBI, Elsevier, Science Direct, dan lain-lain. Kriteria inklusi yang digunakan jurnal ini adalah jurnal ilmiah nasional

dan internasional (2020-2023). Kata kunci yang digunakan adalah ekstrak tanaman, antidiabetik, diabetes melitus, hasil yang diperoleh sebanyak 10 jurnal dan 4 jurnal penelitian yang direview. Analisis dilakukan dengan metode tinjauan literatur sistematis, yaitu meneliti, mengidentifikasi, mempelajari, dan mengevaluasi hasil dan pembahasan sehingga penelitian dapat dikembangkan pada fokus tertentu.

## HASIL

Alternatif pengobatan diabetes melitus adalah dengan obat herbal yang berbahan dasar tumbuhan. Untuk menghindari efek negatif obat antidiabetes tradisional, digunakan obat herbal. Telah dibuktikan bahwa tanaman tertentu, ketika diekstraksi pada konsentrasi tertentu, menunjukkan sifat antidiabetes (Zata Ishmah and Sulaeman, 2023). Bahan kimia alami, terutama yang berasal dari tumbuhan, merupakan sumber utama untuk menemukan kandidat utama yang menjanjikan dalam menciptakan obat baru. Karena ketersediaannya yang luas, biaya rendah, dan sedikit efek samping, pengobatan dengan tumbuhan adalah pengobatan paling populer yang dapat diakses. Khususnya di daerah pedesaan. Banyak tanaman telah digunakan selama bertahun-tahun sebagai sumber utama obat antidiabetes yang efektif. Khususnya di negara-negara dengan sumber daya terbatas, tanaman obat menyembuhkan diabetes untuk meringankan beban keuangan masyarakat akibat harga obat-obatan tradisional. Saat ini, dianjurkan untuk memanfaatkan tanaman obat untuk mengobati kondisi seperti diabetes karena tanaman tersebut mengandung berbagai senyawa aktif. Beberapa penelitian yang terkait tentang ekstraksi senyawa bioaktif tanaman dapat dilihat pada tabel 1.



Tabel 1. Beberapa penelitian tentang beberapa tanaman yang memiliki senyawa aktif antidiabetes

No	Judul	Author	Metode	Temuan/Hasil
1	Analisis Senyawa Tanaman <i>Clerodendrum inerme</i> Sebagai Anti Diabetes Mellitus Melalui Pendekatan Farmakologi Jaringan	Ahmad Shobrun Jamil	Studi Literatur jaringan farmakologi	(Z)-3-Heksenil beta-D-glukopiranosida, atau asam Kleroderma, dapat menempel pada protein GSK3B, PPARG, DPP4, dan STAT3, yang semuanya terkait dengan diabetes melitus.
2	Antioxidant Total and HOMA-IR of Diabetic Rats Given <i>Crocatum piper</i> and <i>Andrographis paniculata</i> Leaf Extracts	Nesti Rahmawati, dkk	Eksperimental Study	senyawa bioaktif yang terkandung dalam ekstrak daun sirih merah dan sambiloto antara lain flavonoid, alkaloid, tanin, dan saponin, sedangkan ekstrak herba sambiloto mengandung andrografolid, flavonoid, saponin, fenolik.
3	Therapeutic Effect of Red Spinach ( <i>Amaranthus tricolor</i> L.) Extract on Pancreatic MDA Levels Rats ( <i>Rattus norvegicus</i> ) Exposed to MLD-STZ	Kartika Rahma, dkk	Perbaikan Tingkat MDA pada Tikus diabetes	Mampu menurunkan kadar gula darah dan MDA pankreas pada tikus. secara signifikan
4	Anti-Hyperglycemic and Hypoglycemic Activities of 80% Methanol Extract and Solvent Fractions of <i>Ocimum lamiifolium</i> Hochst Ex Benth. (Lamiaceae) Leaves in Mice	Tilahun Tesfaye dkk	Uji Aktivitas ekstrak methanol Daun <i>Ocimum lamiifolium</i> Hochst Ex Benth. (Lamiaceae)	mampu mengurangi kadar gula darah secara signifikan

Dari tabel penelitian diatas diketahui bahwa beragam Tanaman memiliki senyawa aktif yang mengandung flavonoid, alkaloid, tanin, dan saponin, andrografolid, flavonoid, Fenolik. dapat beraktivitas sebagai antidiabetik. Senyawa aktif tersebut terbukti mampu bersifat hipoglikemik dengan aktivitas antidiabetes yang beragam, menurunkan glukosa dan

memperbaiki profil lipid secara bersamaan, dan berdasarkan hasil penelitian bahwa obat herbal yang berasal dari tumbuhan tidak menyebabkan hipoglikemia bila diberikan pada tikus normal dan dapat diberikan dengan cara kombinasi dengan beberapa obat dan suplemen makanan.

## PEMBAHASAN

### Tanaman *Clerodendrum inerme* (gambir Laut)

*Clerodendrum inerme*, sering dikenal dengan nama Gambir Laut Indonesia, termasuk dalam famili Verbenaceae. Biasanya tanaman ini dapat ditemukan di Australia, Asia, Malaysia, dan Kepulauan Pasifik. *Clerodendron inerme* secara tradisional digunakan untuk menghentikan pendarahan dan mengobati asma, hepatitis, kurap, dan kolik. Selain itu juga digunakan sebagai obat penurun panas, perangsang kandungan, pengendalian hama, dan antiseptik. *Clerodendrum inerme* diketahui mempunyai aktivitas sebagai agen terapi pada individu penderita diabetes melitus (Tsfaye et al. 2023)

*Clerodendrum inerme* terdiri dari 24 senyawa berbeda. Ke-24 senyawa tersebut disaring dan hasilnya menunjukkan bahwa 4 diantaranya yaitu (Z)-3-Hexenyl beta-D-glucopyranoside, Rhodiololide, Sammangaoside B, dan Cleroderma acid, berpotensi untuk dikembangkan menjadi agen terapeutik. Senyawa tersebut kemudian dianalisis untuk mencari target protein yang terkait dengan diabetes melitus dan memprediksi jaringannya. Temuan ini menunjukkan bahwa beberapa protein target, termasuk GSK3B, PPARG, DPP4, dan STAT3, berhubungan dengan diabetes melitus (Shobrun Jamil and Hilmy 2023). Senyawa ini berikatan dengan cara menghambat atau mengaktifkan fungsi protein target. Sehingga tanaman *Clerodendrum inerme* berpotensi sebagai calon obat diabetes.

### Tanaman *Crocatum piper* (Sirih Merah)

Tumbuhan sirih merah dikenal sebagai antiseptik sejak 600 SM. Sirih merah termasuk family Piperaceae yang merambat dan bersandar di batang pohon lain. Sirih merah (*Piper crocatum* Ruiz and Pav.) merupakan jenis sirih yang merambat dan banyak tumbuh di daerah tropis khususnya Indonesia. Sirih jenis ini sebelumnya

dikenal sebagai tanaman hias, kemudian berubah menjadi tanaman obat sejak diperkenalkan oleh produsen obat (Rahmawati, DK, and Afifah 2021)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan diketahui bahwa daun sirih merah mampu menurunkan kadar glukosa darah pada kelompok intervensi mencit yang diinduksi STZ disebabkan oleh adanya senyawa bioaktif yang terkandung dalam ekstrak daun sirih merah antara lain flavonoid, alkaloid, tanin, dan saponin, antrakuinon. Sebagai antidiabetes, flavonoid dan alkaloid mampu meregenerasi sel beta pankreas yang rusak. Ekstrak daun sirih merah dapat menurunkan kadar glukosa darah pada tikus diabetes. Alkaloid bekerja dengan merangsang hipotalamus untuk meningkatkan sekresi Growth Hormone Releasing Hormone (GHRH), sehingga sekresi Growth Hormone (GH) pada hipofisis meningkat. Kadar GH yang tinggi akan merangsang hati untuk mengeluarkan insulin-like growth factor-1 (IGF-1). IGF-1 berpengaruh dalam menginduksi hipoglikemia dan menurunkan glukoneogenesis sehingga kadar glukosa darah dan kebutuhan insulin menurun. IGF-1 melalui sistem umpan balik negatif akan menormalkan kembali kadar GH (Rahmawati et al. 2021)

### Tanaman *Amaranthus tricolor* L. (Bayam Merah)

Skrining fitokimia merupakan tahap awal untuk mengidentifikasi senyawa kimia yang terkandung dalam suatu ekstrak. Berdasarkan hasil uji fitokimia dari ekstrak bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.), ditemukan beberapa senyawa sekunder yang terkandung dalam ekstrak bayam merah yaitu alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, steroid, fenolik, dan glikosida. ekstrak bayam merah menunjukkan reaksi positif dengan 7 senyawa sekunder di atas, dan tidak menunjukkan reaksi apapun terhadap triterpenoid pada ekstrak tersebut.

Senyawa flavonoid yang terkandung dalam ekstrak bayam merah berperan sebagai pemulung radikal bebas dengan donor proton.

Elektron singlet dari ROS yang diterima flavonoid melalui donor proton pada gugus hidroksil flavonoid akan membentuk radikal flavonoid (Treml and Šmejkal 2016). Namun, elektron yang tidak berpasangan terdelokalisasi oleh resonansi struktur benzena senyawa flavonoid dan menjaga stabilitas senyawa (Vásquez-Espinal et al. 2019). Sehingga senyawa radikal flavonoid mempunyai aktivitas radikal yang lebih rendah atau bahkan tidak reaktif. Penurunan jumlah ROS ini diikuti dengan penurunan aktivitas produksi MDA dan aktivasi protein pengendali gula darah sehingga kadar glukosa dalam darah dapat dikontrol dengan baik.

## **Tanaman *Ocimum lamiifolium* Hochst Ex Benth. (Lamiaceae)**

Genus tanaman *Ocimum* merupakan jenis tanaman yang memiliki efek antidiabetes, telah dilaporkan bahwa *O. campechianum* memiliki efek antidiabetik di Trinidad dan Tobago; *O. canum*, *O. gratissimum*, *O. sanctum*, dan *O. tenuiflorum* mempunyai aktivitas antihyperglisemik. *Ocimum* adalah salah satu genera terbesar dalam keluarga Lamiaceae, dengan lebih dari 150 spesies (Getasetegn and Tefera 2016). *Ocimum lamiifolium* Hochst ex Benth berasal dari Ethiopia, yang dikenal sebagai “dama-kassie” (dalam bahasa Amharik) dan “anchabi” (dalam bahasa Afan Oromo). Ini adalah 17 subshrub atau semak tegak setinggi 0,7 hingga 3 meter, bercabang tinggi dengan indumentum rambut sederhana. Ini adalah semak abadi yang selalu hijau dengan orientasi berlawanan, daun petiolate puber (0,5–5 mm), tipis di pangkal, dan permukaan daun bergerigi tinggi. Bunga mekar berwarna merah muda muncul dalam bentuk ras. Tumbuh di kebun, di sepanjang jalan dan sungai, di kawasan semak, di tepi hutan, dan di padang rumput antara 1200 dan 2900 meter di atas permukaan laut (WM and HO 2016). Terpenoid, flavonoid, saponin, tanin, dan steroid ditemukan dalam ekstrak etanol daun *Ocimum lamiifolium* selama studi fitokimia.

*O. lamiifolium* adalah genus umum yang mengandung aroma (famili Lamiaceae) dengan beragam minyak atsiri yang dikenal karena sifat terapeutiknya. Anti-stres, yg mengeluarkan keringat, diuretik, anti-piretik, sakit perut, anti-mikroba, insektisida, fungisida, pengusir nyamuk, anti-penuaan, anti-kanker, anti-inflamasi, anti-aterosklerosis, anti-apoptosis, anti-oksidan, hipoglikemia, dan sifat lainnya telah dibuktikan untuk minyak atsiri. Itu ditemukan di seluruh daerah tropis. Penelitian saat ini berusaha untuk menilai sifat antihyperglisemik dan hipoglikemik pada tikus dari ekstrak metanol mentah 80% daun *Ocimum lamiifolium* Hochst ex Benth dan fraksi pelarutnya (Sahalie, Abrha, and Tolesa 2018)

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak metanol mentah 80% daun *Ocimum lamiifolium* Hochst ex Benth dan fraksi pelarutnya memiliki efek hipoglikemik dan antihyperglisemik yang bergantung pada dosis pada kondisi normal (Tesfaye et al. 2023)

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

Tanaman herbal banyak mengandung senyawa aktif. Rempah-rempah telah digunakan sejak zaman dahulu tidak hanya untuk meningkatkan cita rasa makanan tetapi juga sebagai pengawet dan khasiat obat. Sebagian besar komponen tumbuhan telah digunakan sebagai ekstrak, dan mungkin memiliki kualitas antioksidan dan anti-inflamasi yang berhubungan dengan kondisi seperti diabetes, aterosklerosis, penyakit neurodegeneratif, atau kanker. Selain itu, ekstrak tumbuhan dapat mengontrol susunan mikrobiota usus dengan bertindak sebagai agen antiinflamasi. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui mekanisme aktivitas antidiabetiknya.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Getasetegn, Million, and Yirefu Tefera. 2016. “Biological Activities and Valuable Compounds from Five Medicinal Plants.”



- Natural Products Chemistry & Research* 04(04). doi: 10.4172/2329-6836.1000220.
- Kumar, S. S., and J. K. Mukkadan. n.d. *ANTI DIABETIC EFFECT OF ORAL ADMINISTRATION OF CINNAMON IN WISTAR ALBINO RATS*. Vol. 2.
- Rahmawati, Nesti, Kusmiyati DK, and Diana Nur Afifah. 2021. "Antioxidant Total and HOMA-IR of Diabetic Rats Given Crocatum Piper and Andrographis Paniculata Leaf Extracts." *Journal of Biomedicine and Translational Research* 7(2):56–61. doi: 10.14710/jbtr.v7i2.11524.
- Sahalie, Nigus Aweke, Lijalem Hadush Abrha, and Leta Deressa Tolesa. 2018. "Chemical Composition and Antimicrobial Activity of Leave Extract of Ocimum Lamiifolium (Damakese) as a Treatment for Urinary Tract Infection." *Cogent Chemistry* 4(1):1440894. doi: 10.1080/23312009.2018.1440894.
- Shobrun Jamil, Ahmad, and Fauzan Hilmy. 2023. "Analysis Of Clerodendrum Inerme Plant Compounds as Anti Diabetes Mellitus Through Network Pharmacology Approach." doi: 10.14710/jbtr.v9i3.17607.
- Tesfaye, Tilahun, Firehiwot Teka, Gudeta Duga, Eyasu Makonnen, Temesgen Obsa, and Beyene Dereje. 2023. "Anti-Hyperglycemic and Hypoglycemic Activities of 80% Methanol Extract and Solvent Fractions of Ocimum Lamiifolium Hochst Ex Benth. (Lamiaceae) Leaves in Mice." *Journal of Experimental Pharmacology* 15:255–66. doi: 10.2147/JEP.S409997.
- Treml, Jakub, and Karel Šmejkal. 2016. "Flavonoids as Potent Scavengers of Hydroxyl Radicals." *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 15(4):720–38. doi: 10.1111/1541-4337.12204.
- Vásquez-Espinal, Alejandro, Osvaldo Yañez, Edison Osorio, Carlos Areche, Olimpo García-Beltrán, Lina María Ruiz, Bruce K. Cassels, and William Tiznado. 2019. "Theoretical Study of the Antioxidant Activity of Quercetin Oxidation Products." *Frontiers in Chemistry* 7. doi: 10.3389/fchem.2019.00818.
- WM, Arika, and Rachuonyo HO. 2016. "Hypoglycemic Effect of Ocimum Lamiifolium in Alloxan Induced Diabetic Mice." *Medicinal & Aromatic Plants* 05(02). doi: 10.4172/2167-0412.1000228.
- Wong, Marta Wangsadinata, and Gusti Ayu Artini. 2023. "Various Plant Extracts That Contain Polyphenols and Have Antidiabetic Effects: A Literature Review." *Indonesia Journal of Biomedical Science (IJBS)* 2023 17(1):198–201. doi: 10.15562/ijbs.v17i1.478.
- Zata Ishmah, Fatiya, and Agus Sulaeman. n.d. *A MINI REVIEW ON ZINGIBERACEAE FAMILY AS ANTIDIABETIC PLANTS: ACTIVE INGREDIENTS AND MECHANISMS OF ACTIONS*. Vol. 8.