



Evaluasi Potensi Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis L*) dalam Terapi Penyakit Diabetes Melitus: Sistemik Literatur Review

Sifa Rahmawati¹, Septiana Indratmoko^{2*}, Elisa Issusilaningtyas³, Marina Kurniawati⁴

^{1,2 & 4}Program Studi S1 Farmasi, Fakultas Farmasi Sains dan Teknologi, Universitas Al-Irsyad Cilacap, Jl. Cerme No.24, Wanasari, Sidanegara, Kec. Cilacap Tengah, Cilacap, Jawa Tengah, Indonesia 53223.

³Program Studi Pendidikan Profesi Apoteker, Fakultas Farmasi Sains dan Teknologi, Universitas Al-Irsyad Cilacap, Jl. Cerme No.24, Wanasari, Sidanegara, Kec. Cilacap Tengah, Cilacap, Jawa Tengah, Indonesia 53223.

Email Korespondensi: indratmoko86@gmail.com

Abstrak

Penyakit diabetes melitus ditandai oleh hiperglikemia akibat gangguan sekresi insulin atau resistensi insulin, yang dapat menyebabkan komplikasi serius seperti nefropati, retinopati, neuropati, dan penyakit kardiovaskular. Penelitian ini bertujuan untuk meninjau efek antidiabetes dari senyawa bioaktif Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis L.*) dalam pengelolaan diabetes melitus melalui tinjauan sistematis (*Systematic Literature Review/SLR*) dengan pedoman PRISMA 2020. Berdasarkan analisis terhadap 13 artikel terindeks Scopus dari 2016 hingga 2025, hasil menunjukkan bahwa Sacha Inchi dapat menurunkan kadar glukosa darah melalui mekanisme peningkatan sensitivitas insulin, aktivasi jalur pensinyalan IRS-1 → PI3K → Akt, serta perlindungan dan regenerasi sel β pankreas. Selain itu, senyawa bioaktif dalam Sacha Inchi menghambat enzim α -glukosidase, α -amilase, dan DPP-IV, yang berperan dalam metabolisme glukosa. Aktivitas antioksidan dan antiinflamasi Sacha Inchi juga berkontribusi mengurangi stres oksidatif dan peradangan sistemik, mendukung keseimbangan metabolik, dan kesehatan pankreas. Penelitian menunjukkan bahwa Sacha Inchi berpotensi memodulasi mikrobiota usus, yang berperan penting dalam pengaturan metabolisme glukosa dan meningkatkan sensitivitas insulin. Temuan ini mengindikasikan Sacha Inchi sebagai agen fitoterapi alami yang aman dan efektif untuk pengelolaan diabetes melitus.

Kata kunci: Antidiabetes; Antioksidan; Antiinflamasi; Sacha Inchi; Sel β Pankreas.

Evaluation of the Potential of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis L*) in Diabetes Mellitus Disease Therapy: A Systemic Literature Review

Abstract

Diabetes mellitus is characterized by hyperglycemia due to impaired insulin secretion or insulin resistance, which can lead to serious complications such as nephropathy, retinopathy, neuropathy, and cardiovascular diseases. This study aims to review the antidiabetic effects of bioactive compounds from Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis L.*) in the management of diabetes mellitus through a systematic literature review (SLR) following the PRISMA 2020 guidelines. Based on an analysis of 13 Scopus-indexed articles from 2016 to 2025, the results indicate that Sacha Inchi can lower blood glucose levels through mechanisms such as enhancing insulin sensitivity, activating the IRS-1 → PI3K → Akt signaling pathway, and protecting and regenerating pancreatic β -cells. Additionally, the bioactive compounds in Sacha Inchi inhibit enzymes like α -glucosidase, α -amylase, and DPP-IV, which are involved in glucose metabolism. The antioxidant and anti-inflammatory activities of Sacha Inchi also contribute to reducing oxidative stress and systemic inflammation, supporting metabolic balance and pancreatic health. The research shows that Sacha Inchi has the potential to modulate gut microbiota, which plays a crucial role in glucose metabolism regulation and enhancing insulin sensitivity. These findings suggest that Sacha Inchi is a safe and effective natural phytotherapy agent for the management of diabetes mellitus.

Keywords: Antidiabetic; Antioxidant; Anti-Inflammatory; Sacha Inchi; Pancreatic β Cells.

How to Cite: Rahmawati, S., Indratmoko, S., Issusilaningtyas, E., & Kurniawati, M. (2025). Evaluasi Potensi Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis L*) dalam Terapi Penyakit Diabetes Melitus: Sistemik Literatur Review. *Empiricism Journal*, 6(4), 2112-2125. <https://doi.org/10.36312/2cxdft67>



<https://doi.org/10.36312/2cxdft67>

Copyright© 2025, Rahmawati et al.

This is an open-access article under the CC-BY-SA License.



PENDAHULUAN

Diabetes melitus merupakan penyakit metabolik kronis dengan prevalensi yang terus (ElSayed et al., 2023). Kondisi ini ditandai oleh hiperglikemia yang timbul akibat gangguan *sein vitro*, *in vivokresi* insulin, resistensi terhadap kerja insulin, atau kombinasi keduanya. Hiperglikemia merupakan efek umum dari diabetes yang tidak terkontrol dan, seiring berjalannya waktu, dapat menyebabkan kerusakan serius pada berbagai sistem tubuh, terutama saraf dan pembuluh darah, yang akhirnya berujung pada komplikasi seperti nefropati, retinopati, neuropati, serta penyakit kardiovaskular (Rojanaverawong et al., 2023; Sun et al., 2022). Untuk menentukan diagnosis diabetes melitus, terdapat tiga kriteria utama yang digunakan, yaitu adanya gejala khas DM dengan kadar glukosa darah sewaktu melebihi 200 mg/dL, kadar glukosa darah puasa lebih dari 126 mg/dL, serta kadar glukosa darah dua jam setelah uji toleransi glukosa oral (TTGO) yang mencapai atau melebihi 200 mg/dL (Nurhayati et al., 2024). Berdasarkan data *World Health Organization* (WHO, 2023), prevalensi diabetes diproyeksikan meningkat dari 537 juta kasus pada tahun 2021 hingga melampaui 700 juta kasus pada tahun 2045. Kondisi ini menunjukkan perlunya pengembangan terapi yang lebih efektif, aman, dan memiliki efek samping minimal, termasuk melalui pemanfaatan senyawa bioaktif alami sebagai alternatif atau pendukung terapi konvensional.

Salah satu bahan alami yang potensial adalah Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) tanaman endemik hutan Amazon yang dikenal sebagai sumber minyak nabati dengan komposisi asam lemak esensial unik, terutama omega-3 (asam α -linolenat), omega-6 (asam linoleat), dan omega-9 (asam oleat) (Lemus-Conejo et al., 2024; Redjeki et al., 2025). Selain itu, biji dan daunnya juga mengandung protein, polifenol, flavonoid, dan tokoferol yang berfungsi sebagai antioksidan dan antiinflamasi (Rojanaverawong et al., 2023; Wang et al., 2018). Beberapa penelitian pra-klinis melaporkan bahwa minyak, ekstrak, dan hidrolisat protein Sacha Inchi dapat menurunkan kadar glukosa darah melalui peningkatan sensitivitas insulin, perbaikan fungsi sel β pankreas, penghambatan enzim α -glukosidase dan α -amilase, serta regulasi gen yang berperan dalam metabolisme glukosa (Lemus-Conejo et al., 2024; Lin et al., 2022b).

Selain peranannya dalam metabolisme glukosa, Sacha Inchi juga menunjukkan aktivitas antioksidan dan antiinflamasi yang membantu meredakan stres oksidatif dan peradangan sistemik, sehingga berkontribusi pada pelestarian fungsi sel β pankreas dan peningkatan sensitivitas insulin pada diabetes tipe 2 (Nor Azlin et al., 2015; Wongmanee et al., 2024). Penelitian terbaru menunjukkan bahwa pemberian minyak Sacha Inchi pada hewan uji diabetes tipe 2 dapat memperbaiki profil lipid, meningkatkan sensitivitas insulin hati, serta menormalkan kadar glukosa darah (Mhd Rodzi & Lee, 2022; Zakaria et al., 2023).

Meskipun berbagai penelitian telah melaporkan potensi antidiabetes dari Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.), bukti ilmiah yang tersedia masih bersifat terpisah dan terbatas. Sebagian besar hasil penelitian diperoleh dari uji *in vitro* atau model hewan, sementara data klinis pada manusia masih sangat terbatas sehingga efektivitas dan keamanan jangka panjang belum dapat dipastikan. Selain itu, belum terdapat analisis sistematis dan komparatif yang mengintegrasikan temuan dari berbagai studi untuk mengidentifikasi jalur molekuler dominan serta indikator biokimia utama yang berperan dalam mekanisme antidiabetes, seperti kadar glukosa darah, *Homeostatic Model Assessment for Insulin Resistance* (HOMA-IR), ekspresi jalur pensinyalan $IRS-1 \rightarrow PI3K \rightarrow Akt$, aktivitas *dipeptidyl peptidase-IV* (DPP-IV), serta modulasi mikrobiota usus dalam pengaturan metabolisme glukosa.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, kebaruan kajian ini terletak pada upaya untuk menyintesis secara sistematis bukti ilmiah terbaru (periode 2016–2025) terkait mekanisme molekuler, efektivitas biokimia, dan dampak fisiologis senyawa bioaktif *Sacha Inchi* dalam pengendalian kadar glukosa darah dan peningkatan sensitivitas insulin. Kajian ini bertujuan memberikan pemahaman komprehensif mengenai potensi terapeutik *Sacha Inchi* sebagai agen fitoterapi antidiabetes, sekaligus menjadi dasar ilmiah bagi penelitian lanjutan, terutama uji klinis dan meta-analisis komparatif, guna mendukung pengembangan terapi yang aman, efektif, dan berkelanjutan.

METODE

Review artikel ini menerapkan metode *Systematic Literature Review* (SLR) yang mengikuti pedoman PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) 2020. Metode ini digunakan untuk menyajikan tinjauan yang sistematis, jelas, dan terukur mengenai potensi Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) sebagai agen antidiabetes berdasarkan bukti ilmiah yang tersedia dalam literatur terpercaya.

1. Sumber Data dan Strategi Pencarian

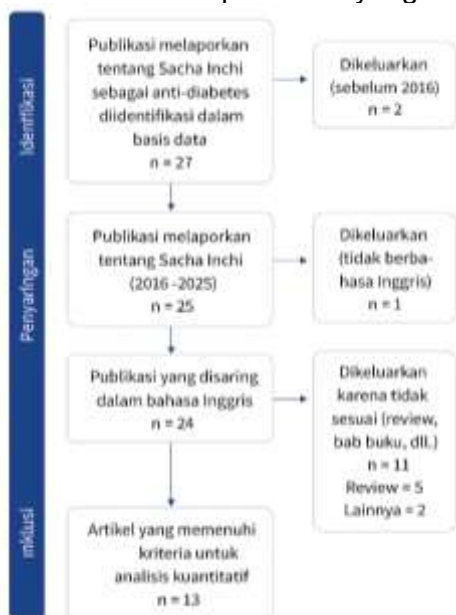
Data dikumpulkan secara sistematis melalui basis data Scopus, karena platform ini menyediakan cakupan jurnal ilmiah yang luas dan terpercaya di bidang farmasi, biokimia, dan nutraseutikal. Pencarian dilakukan pada bulan September 2025 dengan menggunakan kombinasi kata kunci: ("*Plukenetia volubilis*" OR "*Sacha Inchi*") AND ("*antidiabetic*" OR "*anti-diabetes*" OR "*hypoglycemic*" OR "*glucose metabolism*").

2. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kriteria inklusi dalam penelitian ini mencakup artikel yang membahas efek antidiabetes dari ekstrak daun, minyak, atau senyawa bioaktif Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.), termasuk penelitian *in vitro* atau *in vivo* yang menjelaskan mekanisme molekuler, aktivitas biokimia, maupun efek fisiologis terhadap regulasi glukosa darah, serta artikel yang terindeks pada jurnal bereputasi (Q1–Q4 Scopus). Sementara itu, kriteria eksklusi mencakup artikel yang tidak relevan dengan topik antidiabetes, publikasi berupa *conference paper*, *book chapter*, *editorial*, atau *short communication*, serta artikel yang tidak tersedia dalam bentuk teks lengkap (*full-text unavailable*).

3. Proses Seleksi dan Teknik Ekstraksi Artikel

Proses seleksi artikel dilakukan melalui empat tahapan sesuai dengan alur PRISMA 2020. Pada tahap identifikasi, diperoleh sebanyak 27 publikasi terkait Sacha Inchi sebagai antidiabetes. Selanjutnya, pada tahap penyaringan, 2 artikel dikeluarkan karena terbit sebelum tahun 2016, serta 2 artikel dieliminasi karena tidak berbahasa Inggris. Dari total 24 artikel yang disaring, 11 artikel dikeluarkan karena berupa *review* maupun kategori lain yang tidak sesuai. Akhirnya, pada tahap inklusi diperoleh 13 artikel yang memenuhi kriteria. Selanjutnya data diekstraksi menggunakan *Scispace* untuk mengidentifikasi metode penelitian, hasil penelitian, dan keterbatasan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti.



Gambar 1. Diagram alur PRISMA tentang Sacha Inchi dan diabetes

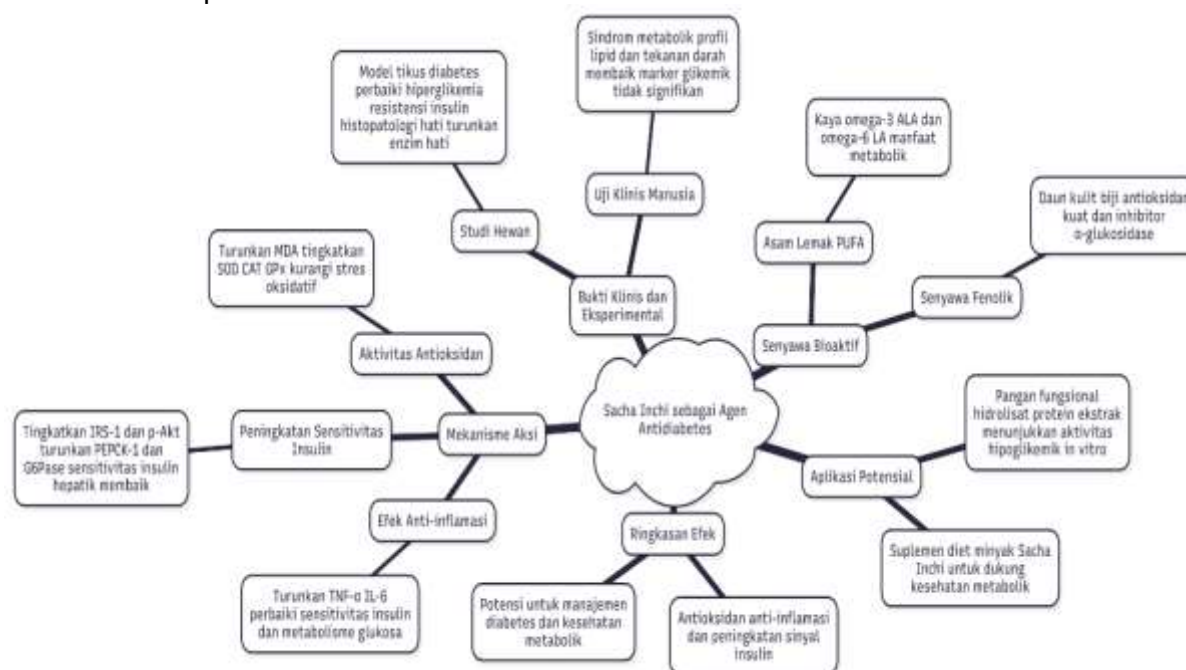
4. Validitas dan Replikasi

Untuk menjaga keakuratan dan keandalan data, validasi dilakukan melalui tiga tahap: verifikasi hasil ekstraksi SciSpace dengan artikel asli, pemeriksaan manual oleh dua penelaah independen, dan audit internal terhadap kesesuaian data dengan parameter penelitian seperti dosis, model hewan, durasi, serta kadar glukosa. Kualitas artikel dievaluasi

berdasarkan peringkat jurnal Scopus (Q1–Q4) dan kelengkapan metode, dengan Q1–Q2 dianggap berkualitas tinggi dan Q3–Q4 berkualitas sedang. Risiko bias dinilai secara kualitatif dari desain penelitian, kejelasan metode, serta konsistensi hasil, kemudian dikategorikan menjadi rendah, sedang, atau tinggi untuk menjaga objektivitas interpretasi hasil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis sistematis terhadap berbagai penelitian, Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) diketahui memiliki potensi besar sebagai agen antidiabetes alami yang bekerja melalui mekanisme biologis yang saling berkaitan (Rojanaverawong et al., 2023; Wongmanee et al., 2024). Dari peta konsep yang disajikan, terlihat bahwa efek terapeutik Sacha Inchi tidak hanya bergantung pada satu mekanisme tertentu, melainkan merupakan hasil interaksi sinergis antara beberapa aktivitas biologis seperti aktivitas antioksidan, peningkatan sensitivitas insulin, dan efek antiinflamasi (Lopez-Cortes et al., 2025; Shu et al., 2023). Peta konsep pada Gambar 2 disusun untuk memudahkan pemahaman mengenai alur hubungan antarvariabel serta memperjelas arah analisis yang dibahas dalam penelitian ini.



Gambar 2. Hubungan antara senyawa bioaktif, mekanisme kerja, aplikasi potensial, dan bukti ilmiah Sacha Inchi sebagai agen antidiabetes

Gambar 2 merupakan kerangka konsep yang menggambarkan mekanisme kerja Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) sebagai agen antidiabetes berdasarkan berbagai bukti ilmiah terkini. Mekanisme tersebut mencakup aktivitas antioksidan, peningkatan sensitivitas insulin, serta efek antiinflamasi yang secara sinergis berkontribusi terhadap perbaikan metabolisme glukosa (Rojanaverawong et al., 2023; Wongmanee et al., 2024). Selain itu, senyawa bioaktif utama seperti asam lemak tak jenuh ganda (PUFA), polifenol, dan flavonoid berperan penting dalam mendukung efek metabolik dan hipoglikemik, baik pada studi hewan maupun uji klinis awal (Alayón et al., 2019; Shu et al., 2023; You et al., 2022).

Berbagai penelitian terkini telah dilakukan untuk mengeksplorasi potensi Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) sebagai agen antidiabetes melalui sejumlah mekanisme biologis, termasuk peningkatan sensitivitas insulin, aktivitas antioksidan, penghambatan enzim pencernaan karbohidrat, serta modulasi mikrobiota usus (Lin et al., 2022b; Lopez-Cortes et al., 2025; Zakaria et al., 2023). Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa senyawa bioaktif seperti PUFA, polifenol, dan peptida hasil hidrolisis protein Sacha Inchi berperan dalam memperbaiki metabolisme glukosa dan menekan inflamasi sistemik (Shu et al., 2023; You et al., 2022). Tabel 1 merangkum hasil penelitian dari tahun 2016 hingga 2025,

mencakup metode, temuan utama, dan keterbatasan tiap studi, yang menjadi dasar ilmiah pengembangan Sacha Inchi sebagai kandidat terapi antidiabetes alami.

Tabel 1. Ringkasan hasil penelitian terkait aktivitas Sacha Inchi sebagai agen antidiabetes

No	Judul	Nama penulis	Metode	Hasil	keterbatasan
1	Anti-diabetic and gut microbiota modulation effects of Sacha Inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L.) leaf extract in streptozotocin-induced type 1 diabetic mice. DOI: 10.1002/jsfa.11782s	(Lin et al., 2022b)	- Tikus diabetes tipe 1 diinduksi dengan streptozotocin (STZ). - Diberi ekstrak daun Sacha Inchi 400 mg/kg BB selama 6 minggu. - Dilakukan uji toleransi glukosa oral, histopatologi pankreas, dan analisis mikrobiota usus.	- Menurunkan kadar glukosa darah dan memperbaiki toleransi glukosa. - Melindungi jaringan pankreas, menurunkan resistensi insulin, dan meningkatkan sensitivitas insulin. - Meningkatkan keragaman mikrobiota usus (meningkatkan Akkermansia, Parabacteroides; menurunkan Ruminiclostridium)	- Tidak membahas efek jangka panjang. - Tidak ada evaluasi efek samping. - Tidak dibandingkan dengan obat antidiabetes lain. - Tidak menjelaskan mekanisme detail.
2	Sacha Inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L.) Oil Improves Hepatic Insulin Sensitivity and Glucose Metabolism through Insulin Signaling Pathway in a Rat Model of Type 2 Diabetes. DOI: 10.3746/pnf.2023.28.1.30	(Rojanaverawong et al., 2023)	- Model tikus diabetes tipe 2 diinduksi dengan diet tinggi lemak dan STZ. - Diberi minyak Sacha Inchi oral (0.5–2 mL/kg) selama 5 minggu. - Diperiksa enzim hati, antioksidan, dan ekspresi protein jalur insulin.	- Meningkatkan sensitivitas insulin dan metabolisme glukosa hati. - Menurunkan stres oksidatif dan peradangan (menurunkan TNF- α , IL-6). - Meningkatkan ekspresi IRS-1 dan p-Akt.	Studi hewan; durasi singkat (5 minggu); belum uji klinis; dosis optimal & efek jangka panjang belum diketahui.

No	Judul	Nama penulis	Metode	Hasil	keterbatasan
SA 3	Phenolic Compounds, Free Radical Scavenging Activity and α -Glucosidase Inhibition Properties of Green, Oolong and Black Sacha Inchi Tea Extract. DOI: 10.12944/crnfsj.11.3.18	(Zakaria et al., 2023)	- Menyiapkan tiga jenis teh Sacha Inchi: hijau, oolong, dan hitam. - Mengukur total fenol, flavonoid, aktivitas antioksidan (DPPH), dan inhibisi α -glukosidase.	- Teh hijau memiliki kandungan fenol tertinggi. - Teh hitam menunjukkan aktivitas antioksidan tertinggi dan inhibisi α -glukosidase kuat (95%).	Hanya <i>in vitro</i> , belum <i>in vivo</i>
4	Cecropia angustifolia Pentacyclic Triterpene Acids and Sacha Inchi Oil Improve Carbohydrate Metabolism and Inflammation in Prediabetic Mice. DOI: 10.1155/adpp/4687213	(Lopez-Cortes et al., 2025)	- Tikus prediabetes diberi diet tinggi lemak selama 8 minggu. - Diberi asam triterpen pentasiklik (PTAs) dan minyak Sacha Inchi (SIO). - Diukur glukosa, insulin, dan ekspresi gen inflamasi.	- PTAs dan SIO memperbaiki metabolisme glukosa dan sensitivitas insulin. - Menurunkan ekspresi gen proinflamasi. - Tidak ditemukan toksisitas organ.	- Tidak menilai efek jangka panjang. - Tidak mengeksplorasi efek sinergis PTAs + SIO. - Hanya diuji pada model hewan prediabetes.
5	Isolation and identification of dipeptidyl peptidase-IV inhibitory peptides from Sacha Inchi meal. DOI: 10.1002/jsfa.12464	(Zhang et al., 2023)(2023)	- Hidrolisis protein Sacha Inchi menghasilkan 10 peptida inhibitor DPP-IV. - Diuji aktivitas inhibisi dan interaksi ikatan (isothermal titration).	- Peptida AQ-7 paling aktif (IC ₅₀ = 23.43 μ M). - Peptida meningkatkan konsumsi glukosa pada sel HepG2 resisten insulin.	- Belum ada data bioavailabilitas, toksisitas atau efektivitas jangka panjang. - Aplikasi translasi ke klinis masih terbatas.
6	Antihyperglycemic effect of extra virgin Sacha Inchi oil in type 2 diabetic rats: Mechanisms involved in pancreatic β -cell function and	(Wongmanee et al., 2024)	Tikus diabetes tipe 2 (HFD + STZ) diberi minyak Sacha Inchi murni selama 5 minggu; diuji kadar	- Menurunkan glukosa, kolesterol, trigliserida. - Meningkatkan fungsi β -sel pankreas dan kadar insulin.	Belum ada data manusia; durasi 5 minggu; efek jangka panjang belum diketahui.

No	Judul	Nama penulis	Metode	Hasil	keterbatasan
	apoptosis. DOI: 10.1016/j.jtcme.20 23.08.005		glukosa, lipid, dan protein apoptosis.	- Menghambat apoptosis melalui peningkatan Bcl-2 dan penurunan Bax, caspase- 3.	
7	The Effect of Sacha Inchi Tempe on Blood Glucose, HOMA- IR, and TNF- α in Rats with Metabolic Syndrome. DOI: 10.25182/jgp.2024 .19.2.97-106	(Setyawati et al., 2024)	- Tikus Wistar diberi diet tinggi lemak dan fruktosa. - Diberi tempe Sacha Inchi dosis 0.9–3.6 g selama 5 minggu. - Diukur FBG, insulin, TNF- α , dan HOMA-IR.	- Menurunkan glukosa darah puasa, HOMA-IR, dan TNF- α secara signifikan. - Dosis tertinggi paling efektif.	Studi hewan; belum diuji pada manusia; durasi pendek (5 minggu).
8	Antioxidant and Hypoglycemic Activity of Sacha Inchi Meal Protein Hydrolysate. DOI: 10.3390/app1311 6528	(Shu et al., 2023), (2023)	- Hidrolisis protein Sacha Inchi diuji aktivitas antioksidan (ABTS, DPPH) dan hipoglikemik pada sel HepG2 resisten insulin.	- Aktivitas penangkap radikal hampir setara vitamin C.- Inhibisi DPP-IV hingga 74%. - Meningkatkan konsumsi glukosa hingga 348%.	Belum diuji in vivo atau klinis
9	In-Vitro Screenings for Biological and Antioxidant Activities of Aqueous Extract from Sacha Inchi (<i>Plukenetia</i> <i>volubilis</i> L.) Husks. DOI: 10.48048/tis.2023. 6815	(Thuanthong et al., 2023)	- Ekstrak air kulit Sacha Inchi diuji pada suhu 70–100°C. - Diuji aktivitas antioksidan (DPPH, FRAP, ABTS), antimikroba, dan inhibisi enzim pencernaan.	- Ekstrak 80°C paling aktif dengan fenol tinggi. - Aktivitas antioksidan dan antimikroba kuat. - Menghambat α -amilase dan α -glukosidase >75%.	Studi <i>in vitro</i> saja; belum diuji <i>in vivo</i> atau klinis.
10	Antioxidant and enzyme inhibitory properties of Sacha Inchi (<i>Plukenetia</i> <i>volubilis</i>) protein	(Suwanangul et al., 2022)(2022)	- Protein Sacha Inchi dihidrolisis dengan papain dan difraksinasi	- Fraksi F1 (<1 kDa) paling kuat sebagai antioksidan dan inhibitor	Studi <i>in vitro</i> saja; belum diverifikasi secara <i>in vivo</i> atau klinis.

No	Judul	Nama penulis	Metode	Hasil	keterbatasan
	hydrolysate and its peptide fractions. DOI: 10.1111/jfbc.14464		berdasarkan berat molekul (F1–F4). - Diuji aktivitas antioksidan dan inhibisi enzim.	ACE, DPP-IV, dan HMG-CoA reduktase. - Potensial untuk pangan fungsional.	
11	Carbohydrate metabolism and gene expression of sirtuin 1 in healthy subjects after Sacha Inchi oil supplementation: A randomized trial	(Alayón et al., 2018)	Uji klinis acak, tersamar ganda pada 42 pria dewasa dengan dua jenis sarapan tinggi lemak ($\pm$ Sacha Inchi oil 15 mL)	Penambahan minyak Sacha Inchi menurunkan lonjakan glukosa dan meningkatkan sensitivitas insulin melalui peningkatan ekspresi sirtuin-1	Durasi pengamatan singkat (4 jam) dan sampel kecil
12	Inhibitory effect of plant essential oils on α -glucosidase	(You et al., 2022)	Uji in vitro 62 minyak atsiri, analisis GC-MS	Minyak Sacha Inchi efektif menghambat α -glukosidase	Hanya uji <i>in vitro</i>
13	Comparison of FTIR fingerprint, phenolic content, antioxidant and anti-glucosidase activities among Phaseolus vulgaris L., Arachis hypogaea L. and Plukenetia volubilis L.	(Thummajitsakul et al., 2023)	Ekstraksi etanol dan air dari tiga jenis biji; analisis FTIR, TPC, aktivitas antioksidan & anti-glukosidase; PCA & cluster analysis	Ekstraksi etanol dan air dari tiga jenis biji; analisis FTIR, TPC, aktivitas antioksidan & anti-glukosidase; PCA & cluster analysis	Hanya analisis <i>in vitro</i> ; belum diuji secara <i>in vivo</i> atau klinis

Hasil analisis dari Tabel 1, yang mencakup tiga belas studi terindeks Scopus periode 2016–2025, menunjukkan bahwa Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) memiliki potensi signifikan sebagai agen antidiabetes alami melalui berbagai mekanisme, termasuk aktivitas antioksidan, antiinflamasi, peningkatan sensitivitas insulin, dan penghambatan enzim metabolisme glukosa (Lin et al., 2022a; Rojanaverawong et al., 2023; Wongmanee et al., 2024). Berbagai bentuk sediaan seperti ekstrak daun, minyak, dan protein Sacha Inchi terbukti dapat menurunkan kadar glukosa darah dan memperbaiki fungsi sel β pankreas, berkat kandungan asam lemak tak jenuh ganda, peptida, dan polifenol (Shu et al., 2023; You et al., 2022).

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian yang ada masih terbatas pada uji laboratorium dan model hewan, dengan durasi penelitian yang singkat dan belum adanya uji klinis luas pada manusia. Selain itu, perbedaan metode, dosis, dan parameter antarstudi membuat hasilnya belum dapat digeneralisasikan (Lopez-Cortes et al., 2025; Zakaria et al., 2023). Oleh karena itu, penelitian lanjutan yang lebih terstandar dan berbasis klinis sangat dibutuhkan untuk memastikan efektivitas dan keamanan Sacha Inchi sebagai terapi tambahan bagi penderita diabetes.

1. Aktivitas Antioksidan dan Penurunan Stres Oksidatif

Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) merupakan tanaman yang dikenal kaya akan senyawa bioaktif, terutama fenolik, flavonoid, serta asam lemak tak jenuh seperti ω -3, ω -6,

dan ω -9 (Redjeki et al., 2025; Sari et al., 2024). Senyawa ini mampu menangkap radikal bebas dan meningkatkan enzim antioksidan endogen seperti SOD, CAT, dan GPx sehingga menurunkan akumulasi ROS serta peroksidasi lipid (Rojanaverawong et al., 2023; Zakaria et al., 2023). Penurunan stres oksidatif ini terbukti mencegah apoptosis dan disfungsi sel β pankreas, menjaga sekresi insulin, serta menurunkan kadar MDA sebagai biomarker kerusakan oksidatif (Abd Rahman et al., 2023; Wang et al., 2018). Oleh karena itu, aktivitas antioksidan Sacha Inchi dapat menjadi salah satu mekanisme kunci dalam pencegahan dan terapi komplementer diabetes (Torres-Sánchez et al., 2024; Zakaria et al., 2023).

2. Regulasi Jalur Sinyal Insulin (*Insulin Signaling Pathway*)

Selain efek antioksidannya, minyak Sacha Inchi juga memiliki peran signifikan dalam meningkatkan sensitivitas insulin, khususnya di hati (Thuanthong et al., 2023). Resistensi insulin diketahui sebagai salah satu mekanisme utama dalam patogenesis diabetes melitus tipe 2 akibat gangguan jalur pensinyalan insulin hepatik (Wongmanee et al., 2024). Pemberian SIO terbukti mampu mengaktifkan kembali jalur $\text{IRS-1} \rightarrow \text{PI3K} \rightarrow \text{Akt}$ yang esensial dalam regulasi metabolisme glukosa. Aktivasi jalur ini meningkatkan ekspresi IRS-1 dan p-Akt, sekaligus menekan enzim glukoneogenik hati seperti PEPCK dan G6Pase, sehingga produksi glukosa hepatik menurun dan kadar glukosa darah terkendali (Thuanthong et al., 2023; You et al., 2022).

Sacha Inchi juga meningkatkan akumulasi glikogen hati sebagai cadangan energi, menunjukkan perannya tidak hanya dalam menurunkan hiperglikemia, tetapi juga menormalkan metabolisme energi hepatik (Lopez-Cortes et al., 2025). Efek ini terutama dipengaruhi oleh kandungan asam lemak tak jenuh ganda (PUFA), khususnya α -linolenic acid (ALA), yang telah terbukti memperbaiki homeostasis glukosa dan mengurangi resistensi insulin pada model hewan diabetes (Thuanthong et al., 2023).

3. Proteksi dan Regenerasi Sel β Pankreas

Penelitian "*Antihyperglycemic Effect of Extra Virgin Sacha Inchi Oil*" (Wongmanee et al., 2024) melaporkan bahwa pemberian *Extra Virgin Sacha Inchi Oil* (EVSIO) mampu memberikan efek protektif terhadap sel β pankreas melalui mekanisme antiapoptosis. Hal ini ditunjukkan dengan peningkatan ekspresi Bcl-2, yaitu protein yang berperan dalam menghambat kematian sel, serta penurunan ekspresi Bax dan Caspase-3 yang merupakan penanda aktivitas proapoptosis (Mhd Rodzi et al., 2025). Perubahan ekspresi protein tersebut berdampak positif pada perbaikan struktur histologis pankreas dan peningkatan kemampuan sekresi insulin endogen. Hasil ini mengindikasikan bahwa EVSIO tidak hanya membantu menjaga integritas sel β pankreas, tetapi juga mendukung fungsi fisiologisnya dalam mempertahankan kadar glukosa darah normal. Menariknya, efek antihiperglikemik yang dihasilkan EVSIO sebanding dengan pioglitazone, salah satu obat antidiabetes golongan tiazolidindion yang umum digunakan. Dengan demikian, EVSIO memiliki potensi besar sebagai agen terapi berbasis bahan alam yang mampu memberikan perlindungan terhadap sel pankreas sekaligus meningkatkan regulasi glukosa darah melalui mekanisme yang aman dan efektif (Alayón et al., 2019; Wongmanee et al., 2024).

4. Inhibisi Enzim Pencernaan Karbohidrat (α -Glucosidase dan α -Amylase)

Sacha Inchi menunjukkan mekanisme antidiabetes tambahan melalui aktivitas biokimia yang saling melengkapi (Zakaria et al., 2023). Ekstrak daun, teh, dan minyak atsiri Sacha Inchi terbukti menghambat enzim pencernaan karbohidrat *α -glucosidase dan α -amylase*, yang berperan penting dalam pemecahan polisakarida menjadi glukosa. Teh Sacha Inchi hitam dilaporkan mampu menghambat aktivitas α -glucosidase hingga 95%, lebih tinggi dibandingkan acarbose (90%) (Spínola et al., 2020; Thuanthong et al., 2023). Sedangkan minyak atsiri Sacha Inchi menunjukkan mekanisme *reversible mixed-type inhibition* dengan IC_{50} sebesar 7,37 $\mu\text{g/mL}$. Aktivitas ini berdampak pada penurunan absorpsi glukosa di usus, memperlambat pencernaan karbohidrat, serta mengurangi lonjakan glukosa darah postprandial secara signifikan (You et al., 2022; Zakaria et al., 2023).

5. Aktivitas Peptida Penghambat DPP-IV

Penelitian (X. Chen et al., 2025) menunjukkan bahwa hidrolisat protein dari Sacha Inchi *meal* menyimpan peptida-bioaktif yang efektif menghambat enzim Dipeptidyl Peptidase

IV (DPP-IV). Enzim DPP-IV biasanya memecah hormon inkretin seperti GLP-1 (Glucagon-Like Peptide-1), yang berfungsi merangsang sekresi insulin setelah makan. Karena itu, penghambatan DPP-IV oleh peptida-tersebut mengarah ke peningkatan kadar GLP-1, yang pada gilirannya memicu peningkatan sekresi insulin dan perbaikan kontrol glukosa darah (Saini et al., 2023). Secara rinci, penelitian tersebut berhasil mengidentifikasi sepuluh peptida bioaktif dari hidrolisat protein Sacha Inchi yang berperan dalam penghambatan enzim DPP-IV, dengan tiga peptida paling aktif — AQ-7, GF-6, dan LY-6 — menunjukkan nilai IC_{50} antara 23,43 hingga 128,40 $\mu\text{mol/L}$, di mana AQ-7 memiliki potensi tertinggi dengan nilai IC_{50} terendah sekitar 23,43 $\mu\text{mol/L}$ (X. Chen et al., 2025).

Analisis kinetika enzim menunjukkan bahwa peptida dari hidrolisat protein Sacha Inchi menghambat DPP-IV melalui mekanisme kompetitif, nonkompetitif, dan campuran, dengan kemampuan berikatan pada situs aktif maupun alosterik enzim (Saini et al., 2023; You et al., 2022). Hasil analisis menunjukkan bahwa peptida berikatan dengan enzim terutama melalui ikatan hidrogen dan gaya hidrofobik. Peptida GF-6 pada konsentrasi 800 $\mu\text{mol/L}$ juga meningkatkan pemakaian glukosa pada sel resisten insulin, menandakan kemampuannya memperbaiki sensitivitas insulin dan metabolisme glukosa (Zhang et al., 2023).

6. Regulasi Mikrobiota Usus (*Gut Microbiota Modulation*)

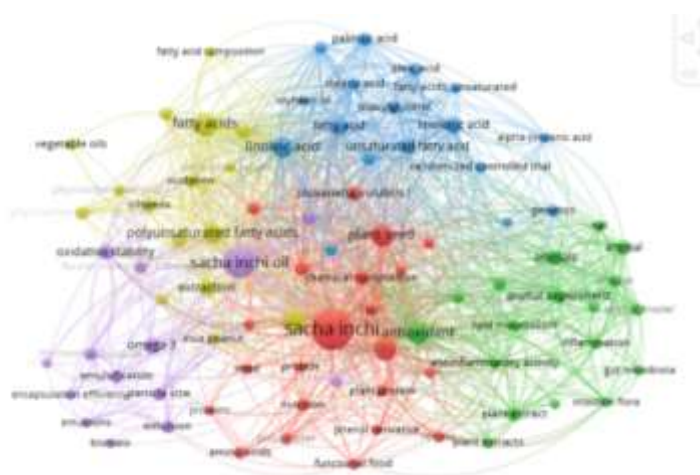
Dalam konteks ini, Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) menunjukkan potensi yang menjanjikan tidak hanya melalui aktivitas antioksidan dan antiinflamasi, tetapi juga dalam memperbaiki keseimbangan mikrobiota usus. Dalam penelitiannya menunjukkan bahwa pemberian ekstrak daun Sacha Inchi pada tikus diabetes tipe 1 secara signifikan meningkatkan populasi bakteri menguntungkan seperti *Akkermansia*, *Parabacteroides*, dan *Muribaculum*, serta menekan pertumbuhan bakteri patogen seperti *Ruminiclostridium* dan *Oscillibacter*.

Perbaikan komposisi mikrobiota ini berkontribusi dalam menurunkan tingkat inflamasi sistemik melalui pengurangan mediator proinflamasi, peningkatan integritas mukosa usus, serta optimalisasi metabolisme energi. Secara keseluruhan, modulasi mikrobiota oleh ekstrak daun Sacha Inchi menjadi salah satu mekanisme penting yang mendukung efek antidiabetesnya, dengan membantu menjaga homeostasis glukosa dan mengurangi risiko komplikasi metabolik jangka panjang (Z. Chen et al., 2025; Lin et al., 2022b).

Terakhir minyak maupun ekstrak Sacha Inchi juga diketahui memiliki aktivitas anti-inflamasi dengan menurunkan ekspresi sitokin proinflamasi seperti TNF- α , IL-6, dan NF- κ B. Penekanan jalur inflamasi ini berperan dalam meningkatkan sensitivitas insulin serta melindungi sel β pankreas dari kerusakan akibat inflamasi kronis dan stres oksidasi (Torres-Sánchez et al., 2024; Wongmanee et al., 2024).

7. Visualisasi Bibliometrik

Visualisasi bibliometrik adalah metode analisis yang digunakan untuk memetakan dan menampilkan hubungan antar elemen dalam publikasi ilmiah, seperti kata kunci, penulis, atau institusi. Melalui peta ini, peneliti dapat melihat topik yang paling sering diteliti, keterkaitan antar tema, serta arah perkembangan suatu bidang penelitian.



Gambar 3. Visualisasi Bibliometrik kata kunci dari VOSviewer

Analisis visualisasi bibliometrik menunjukkan bahwa penelitian mengenai Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) terbagi ke dalam beberapa kluster utama yang saling berkaitan. Kluster merah menyoroti topik utama seperti *antioxidant*, *functional food*, dan *plant protein*, yang berfokus pada kandungan bioaktif dan aktivitas antioksidan minyak Sacha Inchi sebagai dasar mekanisme antidiabetes melalui penurunan stres oksidatif dan peningkatan metabolisme lipid (Wongmanee et al., 2024). Kluster hijau berfokus pada penelitian *in vivo* menggunakan hewan model untuk mengevaluasi efek antiinflamasi dan perbaikan metabolisme lemak, yang relevan dengan mekanisme pengendalian glukosa darah dan resistensi insulin (Lin et al., 2022b; Thuanthong et al., 2023).

Kluster biru menekankan komposisi asam lemak tak jenuh ganda (PUFA), terutama omega-3 dan omega-6, yang berperan dalam meningkatkan sensitivitas insulin dan menurunkan peradangan sistemik (Lopez-Cortes et al., 2025; Rojanaverawong et al., 2023). Kluster ungu dan kuning berkaitan dengan formulasi, kestabilan minyak, serta oksidasi lemak, yang penting untuk menjaga aktivitas bioaktif dan efektivitas produk fungsional berbasis Sacha Inchi (Chasquibol et al., 2023; Velasco-Pérez & Ramos-Escudero, 2024).

KESIMPULAN

Berbagai studi yang dilakukan pada periode 2016–2025 mengindikasikan bahwa Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) memiliki potensi penting dalam mendukung regulasi metabolisme glukosa melalui sejumlah mekanisme biologis yang saling berinteraksi. Komponen bioaktif seperti fenolik, flavonoid, dan asam lemak tak jenuh diketahui berperan dalam mengurangi stres oksidatif, mempertahankan fungsi sel β pankreas, serta meningkatkan sensitivitas insulin melalui aktivasi jalur $IRS-1 \rightarrow PI3K \rightarrow Akt$. Di samping itu, kemampuan menghambat enzim α -glukosidase, α -amilase, dan DPP-IV, bersama dengan efek modulasi mikrobiota usus serta aktivitas antiinflamasi, turut mendukung kestabilan metabolik organisme. Diperlukan penelitian klinis lanjutan untuk menilai bioavailabilitas senyawa aktif serta keamanan penggunaannya dalam jangka panjang pada manusia.

REKOMENDASI

Berdasarkan hasil evaluasi sistematis terkait potensi Sacha Inchi dalam terapi diabetes melitus, terdapat beberapa rekomendasi untuk penelitian selanjutnya. Pertama, diperlukan uji klinis yang lebih luas dan terkontrol untuk memastikan efektivitas dan keamanan jangka panjang dari senyawa bioaktif Sacha Inchi pada manusia, mengingat sebagian besar penelitian saat ini masih terbatas pada uji *in vitro* dan model hewan. Penelitian klinis yang dapat mengidentifikasi dosis optimal dan potensi interaksi dengan terapi konvensional sangat penting untuk mendukung penggunaannya sebagai terapi tambahan dalam pengelolaan diabetes. Kedua, analisis komparatif yang lebih mendalam antara Sacha Inchi dan obat-obatan antidiabetes konvensional seperti metformin atau glibenclamide perlu dilakukan untuk menguji keunggulan dan kekurangannya. Selain itu, studi tentang pengaruh jangka panjang penggunaan Sacha Inchi dalam pengelolaan diabetes dan dampaknya terhadap kualitas hidup pasien juga sangat relevan. Ketiga, penelitian mengenai potensi Sacha Inchi dalam modifikasi mikrobiota usus dan dampaknya terhadap metabolisme glukosa perlu dieksplorasi lebih lanjut, mengingat peran mikrobiota dalam pengaturan metabolisme dan sensitivitas insulin. Dengan adanya penelitian lanjutan ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai potensi terapeutik Sacha Inchi sebagai agen fitoterapi yang aman dan efektif dalam pengelolaan diabetes.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing, rekan sejawat, serta semua pihak yang telah memberikan dukungan dan masukan selama proses penyusunan kajian ini. Apresiasi juga disampaikan kepada para peneliti terdahulu atas kontribusinya dalam penelitian Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) bermanfaat dan menjadi dasar bagi penelitian selanjutnya sebagai agen antidiabetes. Semoga karya ini dapat memberikan kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang farmasi, khususnya dalam pemanfaatan bahan alam sebagai alternatif terapi antidiabetes, serta menjadi referensi bagi

peneliti lain dalam melakukan studi lanjutan terkait potensi bioaktif Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.).

DAFTAR PUSTAKA

- Abd Rahman, I. Z., Nor Hisam, N. S., Aminuddin, A., Hamid, A. A., Kumar, J., & Ugusman, A. (2023). Evaluating the Potential of *Plukenetia volubilis* Linneo (Sacha Inchi) in Alleviating Cardiovascular Disease Risk Factors: A Mini Review. *Pharmaceuticals*, 16(11), 1588. <https://doi.org/10.3390/ph16111588>
- Alayon, A. N., Ortega-Ávila, J. G., & Echeverri Jiménez, I. (2018). Carbohydrate metabolism and gene expression of sirtuin 1 in healthy subjects after Sacha inchi oil supplementation: A randomized trial. *Food and Function*, 9(3), 1570–1577. <https://doi.org/10.1039/c7fo01956d>
- Alayon, A. N., Ortega Ávila, J. G., & Echeverri Jiménez, I. (2019). Metabolic status is related to the effects of adding of sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L .) oil on postprandial inflammation and lipid profile: Randomized, crossover clinical trial. *Journal of Food Biochemistry*, 43(2), e12703. <https://doi.org/10.1111/jfbc.12703>
- Chasquibol, N., Gonzales, B. F., Alarcón, R., Sotelo, A., Gallardo, G., García, B., & Pérez-Camino, M. del C. (2023). Co-Microencapsulation of Sacha Inchi (*Plukenetia huayllabambana*) Oil with Natural Antioxidants Extracts. *Foods*, 12(11), 2126. <https://doi.org/10.3390/foods12112126>
- Chen, X., Zhang, W., Pan, Y., Ran, J., Liu, X., Yu, X., & He, Q. (2025). Preparation, identification, and molecular mechanism of novel DPP-IV inhibitory peptides from pumpkin seed: In silico screening and experimental validation. *Food Chemistry*, 486, 144530. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.144530>
- Chen, Z., Ge, X., Wang, Y., Zhang, J., Sui, Y., Yin, X., Wu, N., Yang, L., Xu, J., Zhou, H., Wu, Q., Zeng, F., Liu, L., Shao, R., & Xu, W. (2025). Ruditapes philippinarum Polysaccharide Alleviates Hyperglycemia by Modulating Gut Microbiota in a Mouse Model of Type 2 Diabetes Mellitus. *Molecular Nutrition & Food Research*, 69(7). <https://doi.org/10.1002/mnfr.202400996>
- ElSayed, N. A., Aleppo, G., Aroda, V. R., Bannuru, R. R., Brown, F. M., Bruemmer, D., Collins, B. S., Hilliard, M. E., Isaacs, D., Johnson, E. L., Kahan, S., Khunti, K., Leon, J., Lyons, S. K., Perry, M. Lou, Prahalad, P., Pratley, R. E., Seley, J. J., Stanton, R. C., & Gabbay, R. A. (2023). 1. Improving Care and Promoting Health in Populations: Standards of Care in Diabetes—2023. *Diabetes Care*, 46(Supplement_1), S10–S18. <https://doi.org/10.2337/dc23-S001>
- Lemus-Conejo, A., Villanueva-Lazo, A., Martin, M. E., Millan, F., & Millan-Linares, M. C. (2024). Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) Protein Hydrolysate as a New Ingredient of Functional Foods. *Foods*, 13(13), 2045. <https://doi.org/10.3390/foods13132045>
- Lin, J., Wen, J., Xiao, N., Cai, Y., Xiao, J., Dai, W., Chen, J., Zeng, K., Liu, F., Du, B., & Li, P. (2022a). Anti-diabetic and gut microbiota modulation effects of sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) leaf extract in streptozotocin-induced type 1 diabetic mice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 102(10), 4304–4312. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11782>
- Lin, J., Wen, J., Xiao, N., Cai, Y., Xiao, J., Dai, W., Chen, J., Zeng, K., Liu, F., Du, B., & Li, P. (2022b). Anti-diabetic and gut microbiota modulation effects of sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) leaf extract in streptozotocin-induced type 1 diabetic mice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 102(10), 4304–4312. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11782>
- Lopez-Cortes, J. V., Acin-Martinez, S., Montoya, G., & Balcazar, N. (2025). Cecropia angustifolia Pentacyclic Triterpene Acids and Sacha Inchi Oil Improve Carbohydrate Metabolism and Inflammation in Prediabetic Mice. *Advances in Pharmacological and Pharmaceutical Sciences*, 2025(1). <https://doi.org/10.1155/adpp/4687213>
- Mhd Rodzi, N. A. R., & Lee, L. K. (2022). Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis* L.): recent insight on phytochemistry, pharmacology, organoleptic, safety and toxicity perspectives. *Heliyon*, 8(9), e10572. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10572>
- Mhd Rodzi, N. A. R., Mohd Sopian, M., & Lee, L. K. (2025). Effects of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) Oil Supplementation on Hyperglycaemia, Hypertension and

- Hyperlipidaemia (3Hs) Patients: A Preliminary Human Trial. *Plant Foods for Human Nutrition*, 80(1), 80. <https://doi.org/10.1007/s11130-025-01309-8>
- Nor Azlin, M. I., Maisarah, A. S., Rahana, A. R., Shafiee, M. N., Aqmar Suraya, S., Abdul Karim, A. K., & Jamil, M. A. (2015). Pregnancy outcomes with a primary complaint of perception of reduced fetal movements. *Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 35(1), 13–15. <https://doi.org/10.3109/01443615.2014.930108>
- Nurhayati, E., Putri, N. J. Y., & Slamet. (2024). Analisis Tekanan Darah pada Penderita Diabetes Melitus di Puskesmas Jungkat, Kalimantan Barat. *Jurnal Laboratorium Khatulistiwa*, 8(1), 192–198.
- Redjeki, S. G., Hulwana, A. F., Aulia, R. N., Maya, I., Chaerunisaa, A. Y., & Sriwidodo, S. (2025). Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*): Potential Bioactivity, Extraction Methods, and Microencapsulation Techniques. *Molecules*, 30(1), 1–26. <https://doi.org/10.3390/molecules30010160>
- Rojanaverawong, W., Wongmanee, N., & Hanchang, W. (2023). Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) Oil Improves Hepatic Insulin Sensitivity and Glucose Metabolism through Insulin Signaling Pathway in a Rat Model of Type 2 Diabetes. *Preventive Nutrition and Food Science*, 28(1), 30–42. <https://doi.org/10.3746/pnf.2023.28.1.30>
- Saini, K., Sharma, S., & Khan, Y. (2023). DPP-4 inhibitors for treating T2DM - hype or hope? an analysis based on the current literature. *Frontiers in Molecular Biosciences*, 10. <https://doi.org/10.3389/fmolb.2023.1130625>
- Sari, N. M., Aryani, F., Wartomo, W., Paurru, P., Lumbanraja, G. P., Astuti, R. P., & Rudito, R. (2024). Potensi pemanfaatan tumbuhan invasif daun sachu inchi (*Plukenetia volubilis*) sebagai antioksidan. *ULIN: Jurnal Hutan Tropis*, 8(1), 61. <https://doi.org/10.32522/ujht.v8i1.13203>
- Setyawati, A. R., Anjani, G., Mahati, E., Afifah, D. N., Syauqy, A., Astawan, M., & Rahmawati, I. S. (2024). The Effect of Sacha Inchi Tempe on Blood Glucose, HOMA-IR, and TNF- α in Rats with Metabolic Syndrome. *Jurnal Gizi Dan Pangan*, 19(2), 97–106. <https://doi.org/10.25182/jgp.2024.19.2.97-106>
- Shu, T., Wang, K., & Zhang, X. (2023). Antioxidant and Hypoglycemic Activity of Sacha Inchi Meal Protein Hydrolysate. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(11). <https://doi.org/10.3390/app13116528>
- Spínola, V., Llorent-Martínez, E. J., & Castilho, P. C. (2020). Inhibition of α -amylase, α -glucosidase and pancreatic lipase by phenolic compounds of *Rumex maderensis* (Madeira sorrel). Influence of simulated gastrointestinal digestion on hyperglycaemia-related damage linked with aldose reductase activity and protein g. *LWT*, 118, 108727. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108727>
- 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>
- Suwanangul, S., Aluko, R. E., Sangsawad, P., Kreungngernd, D., & Ruttarattanamongkol, K. (2022). Antioxidant and enzyme inhibitory properties of sachu inchi (*Plukenetia volubilis*) protein hydrolysate and its peptide fractions. *Journal of Food Biochemistry*, 46(12). <https://doi.org/10.1111/jfbc.14464>
- Thuanthong, A., Klomklao, S., Panyo, J., & Zhang, Y. (2023). In-Vitro Screenings for Biological and Antioxidant Activities of Aqueous Extract from Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) Husks. *Trends in Sciences*, 20(11). <https://doi.org/10.48048/tis.2023.6815>
- Thummajitsakul, S., Piyaphan, P., Khamthong, S., Unkam, M., & Silprasit, K. (2023). Comparison of FTIR fingerprint, phenolic content, antioxidant and anti-glucosidase activities among *Phaseolus vulgaris* L., *Arachis hypogaea* L. and *Plukenetia volubilis* L. *Electronic Journal of Biotechnology*, 61, 14–23. <https://doi.org/10.1016/j.ejbt.2022.10.003>
- Torres-Sánchez, E., Lorca-Alonso, I., González-de la Fuente, S., Hernández-Ledesma, B., & Gutiérrez, L.-F. (2024). Antioxidant Peptides from Sacha Inchi Meal: An In Vitro, Ex Vivo, and In Silico Approach. *Foods*, 13(23), 3924.

- <https://doi.org/10.3390/foods13233924>
- Velasco-Perez, S., & Ramos-Escudero, F. (2024). Stability, chromatic characteristics and chemical changes of sacha inchi (*Plukenetia huayllabambana*) oil enriched with aguaje oil (*Mauritia flexuosa* L.f.) rich in carotenoids. *Food Research International*, 187, 114402. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114402>
- Wang, S., Zhu, F., & Kakuda, Y. (2018). Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.): Nutritional composition, biological activity, and uses. *Food Chemistry*, 265, 316–328. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.05.055>
- Wongmanee, N., Rojanaverawong, W., Boonsong, T., & Hanchang, W. (2024). Antihyperglycemic effect of extra virgin sacha inchi oil in type 2 diabetic rats: Mechanisms involved in pancreatic β -cell function and apoptosis. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 14(2), 148–161. <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2023.08.005>
- You, Z., Li, Y., Zhang, K., Zheng, X., Wong, V. K. W., & Liu, W. (2022). Inhibitory effect of plant essential oils on α -glucosidase. *Food Science and Biotechnology*, 31(12), 1593–1602. <https://doi.org/10.1007/s10068-022-01145-5>
- Zakaria, Z., Mat Shah, N. H., Alwi, A., Anwar, N. Z. R., Shahidan, N., & Huda, N. (2023). Phenolic Compounds, Free Radical Scavenging Activity and α -Glucosidase Inhibition Properties of Green, Oolong and Black Sacha Inchi Tea Extract. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 11(3), 1127–1142. <https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.11.3.18>
- Zhang, A., Wang, K., Liu, X., & Zhang, X. (2023). Isolation and identification of dipeptidyl peptidase-IV inhibitory peptides from *Plukenetia volubilis* (Sacha Inchi) meal. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 103(6), 2926–2938. <https://doi.org/10.1002/jsfa.12464>