

NARRATIVE REVIEW: KANDUNGAN KIMIA DAN AKTIVITAS FARMAKOLOGI TANAMAN SACHA INCHI (*PLUKENETIA VOLUBILIS* L.)

Anissa S.Ningrum*, Eli Halimah

Fakultas Farmasi, Universitas Padjadjaran

anissa19002@mail.unpad.ac.id

diserahkan 14/07/2022, diterima 29/11/2022

ABSTRAK

Saat ini masih terdapat banyak tanaman potensial yang kurang dimanfaatkan untuk ketahanan pangan, termasuk peningkatan gizi dan kesehatan. Salah satu tanaman yang belum banyak diteliti yaitu sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.). Sacha inchi mengandung berbagai senyawa serta memiliki potensi nilai ekonomi yang signifikan dalam kosmetik, farmasi, dan industri makanan. Sacha inchi mengandung berbagai senyawa yang berpotensi untuk kesehatan. Metode yang digunakan dalam penulisan artikel ini yaitu studi literatur pada basis data berupa *PubMed*, *Cochrane*, dan *Embase* serta *search engine Google Scholar* dengan fokus pada informasi mengenai kandungan kimia dan aktivitas farmakologi pada Sacha inchi yang terbit paling lambat 10 tahun terakhir. Hasilnya diperoleh 20 jurnal internasional yang menunjukkan bahwa Sacha inchi memiliki kandungan kimia seperti asam lemak, tocopherol, phytosterol, trigliserida, polisakarida, dan senyawa lain yang dapat memberikan berbagai aktivitas farmakologi seperti antioksidan, antiinflamasi, antibakteri, antidiabetes, immunomodulator, dan sumber nutrisi yang bermanfaat dalam bidang kesehatan. Artikel ini akan membahas terkait kandungan kimia dan aktivitas farmakologi pada tanaman sacha inchi yang berpotensi untuk dimanfaatkan dalam bidang kesehatan sebagai bahan pangan, obat-obatan, maupun produk lainnya.

Kata Kunci: Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.), aktivitas farmakologi, kesehatan, kandungan kimia

ABSTRACT

*Currently, there are still many potential plants that are underutilized for food security, including improving nutrition and health. One plant that has not been widely studied is sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.). Sacha inchi contains various compounds and has significant potential economic value in the cosmetic, pharmaceutical, and food industries. Sacha inchi contains various compounds that have the potential for health. The method used in writing this article is a literature study on databases in the form of *PubMed*, *Cochrane*, and *Embase* as well as the *Google Scholar* search engine with a focus on information regarding the chemical content and pharmacological activity of Sacha inchi which has been published for the last 10 years. The results obtained from 20 international journals showed that Sacha inchi has chemical ingredients such as fatty acids, tocopherols, phytosterols, triglycerides, polysaccharides, and other compounds that can provide various pharmacological activities such as antioxidants, anti-inflammatories, antibacterials, antidiabetics, immunomodulators, and a source of beneficial nutrients in the health sector. This article will discuss the chemical content and pharmacological activity of the sacha inchi plant which has the potential to be used in the health sector as food, medicine, and other products*

Keywords: Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.), pharmacology activity, health, chemical content

PENDAHULUAN

Saat ini, terdapat sekitar 374.000 jumlah spesies tumbuhan yang telah diketahui dan sekitar 2000 spesies baru ditemukan setiap tahunnya, termasuk sejumlah besar spesies yang berpotensi sebagai sumber makanan dan obat-obatan (Kew 2017; Christenhusz dan Byng 2016). Namun, penelitian sering kali difokuskan pada tanaman pokok utama padahal banyak tanaman lain yang kurang dimanfaatkan juga memiliki banyak potensi yang dapat berkontribusi dalam ketahanan pangan, termasuk peningkatan gizi dan kesehatan. Tanaman tersebut terkadang memiliki nilai yang melebihi tanaman utama sehingga dapat dijadikan pilihan yang sangat baik untuk penelitian lebih lanjut (Kahane *et al.*, 2013 ; Jacobsen *et al.*, 2015).

Salah satu tanaman yang belum banyak diteliti yaitu Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.). Tanaman dari famili Euphorbiaceae ini merupakan tanaman asli lembah Amazon yang memiliki komposisi nutrisi sangat baik. Biji dari tanaman ini dapat dimakan dan mengandung asam lemak tidak jenuh, seperti linolenat- α (ALA) dan linoleat (LA), basa ω -3 dan ω -6, tokoferol- γ dan - δ , vitamin E, serta protein (Cisnero *et al.*, 2014 ; Ruiz *et al.*, 2013 ; Sterbova *et al.*, 2016). Biji *P. volubilis* telah digunakan dalam masakan tradisional di Peru. Saat ini, sejumlah produk komersial juga telah tersedia dari tanaman ini, seperti minyak, biji sangrai, dan bubuk protein. Sacha inchi memiliki potensi nilai ekonomi yang signifikan dalam kosmetik, farmasi, dan industri makanan. Tanaman tersebut baru-baru ini diperkenalkan sebagai alternatif panen di Thailand (Cachique *et al.*, 2018). Akan tetapi secara keseluruhan tanaman ini belum dimanfaatkan secara optimal untuk dikonsumsi maupun dijadikan produk komersial karena sach a inchi ini termasuk tanaman baru yang ditemukan dan belum banyak diteliti sehingga adanya

keterbatasan informasi mengenai manfaat dari tanaman tersebut.

Hingga saat ini penelitian terhadap tanaman sach a inchi menunjukkan bahwa tanaman ini memiliki berbagai manfaat dalam kesehatan manusia karena berbagai komponen yang terkandung didalamnya. Selain itu, tanaman ini juga dapat menjadi salah satu sumber nutrisi utama karena memiliki kualitas gizi yang baik, terutama bagi kelompok konsumen tertentu, seperti individu yang sedang melakukan diet atau manajemen berat badan (Heianza, *et.al*, 2019).

Narrative review ini bertujuan untuk menganalisis berbagai penelitian yang telah dilakukan terkait kandungan kimia yang memiliki aktivitas farmakologi dan manfaat yang terdapat dalam tanaman sach a inchi dan kegunaan nutrisinya bagi manusia.

METODE

Metode pengumpulan data dilakukan dengan studi literatur (*literature review*) meliputi peninjauan data, pengumpulan data melalui hasil penelitian terkait yang telah dipublikasikan, serta menganalisis data yang telah dipilih seksama. Studi tinjauan pustaka dilakukan dengan mencari kata kunci “Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.)”, “*Health*”, “*Pharmacology activity*” dan “*Chemical content*”. Pencarian literatur dilakukan pada basis data berupa *PubMed*, *Cochrane*, dan *Embase* serta *search engine Google Scholar*. Kriteria inklusi yang digunakan dalam penulisan artikel ini yaitu berupa artikel internasional dengan tahun terbit paling lambat 10 tahun terakhir dalam rentang 2013-2022 yang memberi informasi mengenai kandungan kimia dan aktivitas farmakologi pada sach a inchi dalam kesehatan. Sedangkan, kriteria eksklusi yaitu jurnal yang membahas mengenai tanaman sach a inchi akan tetapi tidak membahas mengenai kandungan

kimia dan/atau aktivitas farmakologinya. Selain itu, jenis artikel review dan artikel dengan tahun publikasi kurang dari 2013 juga dieksklusikan. Jumlah sumber jurnal ilmiah yang didapatkan dari pencarian literatur adalah sebanyak 20 jurnal yang membahas mengenai kandungan kimia dan aktivitas farmakologi dari tanaman sachachi (*Plukenetia volubilis* L.).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pencarian sumber literatur didapatkan total 66 artikel jurnal yang memenuhi kriteria kata kunci berupa “Sachachi (*Plukenetia volubilis* L.)”, “Health”, “Pharmacology activity” dan “Chemical content” kemudian 66 artikel jurnal tersebut diseleksi berdasarkan kriteria artikel yang diinklusi sehingga didapatkan jurnal yang memenuhi berjumlah 20 artikel. Pada review ini akan dijelaskan kandungan senyawa yang ada pada sachachi beserta potensi aktivitas farmakologinya yang dapat dimanfaatkan terutama pada bidang kesehatan.

Berdasarkan kriteria artikel yang diinklusi, studi tersebut dikarakterisasi berdasarkan bagian tumbuhan, kandungan, jumlah total kandungan yang diperoleh, metode identifikasi, senyawa kimia, sumber pustaka, dan potensi aktivitas farmakologi yang dapat dilihat pada Tabel 1. Dari hasil studi literatur menunjukkan terdapat banyak senyawa kimia yang sangat berpotensi untuk dimanfaatkan dalam bidang kesehatan karena memiliki kandungan yang dapat memberikan aktivitas farmakologi seperti antiinflamasi, antioksidan, antibakteri, antidiabetes, immunomodulator serta kandungan asam lemak yang memiliki kualitas baik yang dapat dijadikan sumber nutrisi.

Antioksidan

Biji dan minyak biji sachachi mengandung

berbagai tingkat komponen antioksidan, termasuk senyawa fenolik α , β , γ , δ -tokoferol, karotenoid, dan fitosterol (Escudero, *et al*, 2020 ; Chirinos, *et al*, 2013).

Penelitian lain melaporkan nilai kapasitas antioksidan sebesar 32% untuk hasil pengujian penangkalan radikal bebas DPPH dan 730 μ mol FeSO₄ untuk hasil pengujian *ferric reducing antioxidant power* (FRAP). Aktivitas antioksidan tersebut dapat dikaitkan dengan senyawa fenolik yang kandungannya berkisar antara 51 dan 312 mg setara dengan asam galat (GAE)/100 gram (Rawdkuen, *et al.*, 2016).

Kapasitas antioksidan sachachi (*Plukenetia volubilis* L.) dipengaruhi oleh banyak faktor, salah satunya komposisi dan sifat kimia dari konstituen tanaman itu sendiri (Apak, *et al.*, 2013). Besar aktivitas antioksidan dari biji sachachi diketahui juga dipengaruhi oleh suhu. Menurut penelitian Sterbova 2017, kapasitas antioksidan ditemukan mengalami penurunan pada biji yang diberikan perlakuan aktivitas air rendah (misalnya suhu tinggi dan pemanggangan) dibandingkan dengan biji yang mengalami perebusan vakum. Perubahan kapasitas antioksidan (nilai DPPH atau ORAC) dari biji sachachi ini berhubungan dengan perubahan kandungan/komposisi tokoferol dan fenolik yang dibawa oleh pemrosesan termal (Chirinos, *et al.*, 2014).

Antiinflamasi

Sachachi (*Plukenetia volubilis* L.) dapat bekerja sebagai antiinflamasi dari berbagai senyawa yang dikandungnya seperti senyawa fenolik dan protein. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, sachachi menunjukkan kandungan fenoliknya yang terdiri atas fenol, isokumarin, lignan, dan flavonoid (Chirinos, *et al*, 2016).

Flavonoid pada sachai bekerja dengan menargetkan NF- κ B, MAPK, ERK, dan jalur Akt untuk mengurangi inflamasi dan stress oksidatif. Flavonoid dapat mengurangi sitokin inflamasi seperti TNF- α , IL-6, IL-8, IL-1 β , IL-17, dan IFN γ . Flavonoid juga dapat mengurangi enzim iNOS, COX2, lisozim, dan glukoronidase secara efisien (Al-Kyahri, *et al*, 2022).

Selain flavonoid, penelitian lainnya menunjukkan protein yang berasal dari biji sachai inchi juga secara *in vitro* menunjukkan aktivitas antiinflamasi dan pada pH 4.0 dibandingkan dengan natrium diklofenak, isolat protein sachai inchi memiliki inhibisi sebesar 78,13% (Quinteros, *et al*, 2016).

Antibakteri

Biji dari tanaman sachai inchi (*Plukenetia volubilis* L.) memiliki kandungan senyawa yang mudah menguap, khususnya minyak atsiri dari golongan triterpenoid yang memiliki aktivitas antibakteri (Escudero, *et.al*, 2020).

Minyak dari sachai inchi terbukti memiliki aktivitas terhadap *multidrug resistant* (MDR) *Acinetobacter baumannii* yang diisolasi secara klinis sehingga berpotensi sebagai pengembangan pengobatan komplementer dan alternatif untuk memerangi resistensi antimikroba pada MDR *A.baumannii* (Wintachai, & Voravuthikunchai, 2022).

Hasil penelitian lain yang dilakukan menunjukkan bahwa penggunaan minyak sachai inchi (*Plukenetia volubilis* L.) pada kulit aman dan efisien dalam penghambatan perlekatan bakteri *Staphylococcus aureus*. Minyak sachai inchi terbukti mampu mencegah perlekatan *S. aureus* ke keratinosit dan secara efisien memisahkan *S. aureus* dari eksplan kulit manusia (Gonzalez-Aspajo, *et al*, 2015).

Antidiabetes

Sachai inchi (*Plukenetia volubilis* L.) memiliki aktivitas penghambatan terhadap beberapa enzim kunci diabetes yaitu alfa-amilase dan alfa-glukosidase (Kittibunchakul, *et al*, 2022). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tanaman sachai inchi dapat memperbaiki gejala hiperglikemia dan memberikan aktivitas antidiabetes terkait dengan perbaikan gangguan struktural mikroba usus dan pengayaan bakteri fungsional seperti peningkatan *Akkermansia*, *Parabacteroides*, dan *Muribaculum* serta penurunan *Ruminiclostridium* dan *Oscillibacter* (Lin, *et al*, 2022).

Kandungan fitosterol (beta-sitosterol dan stigmasterol) dalam sachai inchi juga dinyatakan memiliki aktivitas penghambatan terhadap alfa-amilase melalui studi *in vivo* pada tikus hiperglikemia yang diinduksi menggunakan streptozotocin (STZ). Fitosterol pada sachai inchi terbukti dapat menginduksi pengambilan insulin dari pankreas sel-alfa (Poulose, *et al*, 2021).

Sumber Nutrisi

Perkembangan makanan dengan kandungan protein tinggi, serat, dan asam lemak esensial atau trigliserida merupakan tren yang dipakai sebagai alternatif dari kebutuhan populasi saat ini terutama pada kelompok konsumen tertentu seperti vegetarian, masyarakat dengan defisiensi asupan serat, dan konsumen yang sedang menjalani diet. Karena nilai gizinya yang tinggi, terutama dari sumber karbohidrat atau gula, asam amino, serta trigliserida, biji dari tanaman sachai inchi cocok untuk memperkaya makanan dengan protein, serat, dan asam lemak esensial ω -3 dan ω -6 (Keawkim, *et al*, 2021 ; Chasquibol, *et.al*, 2014; Heianza, *et al*, 2019).

Tabel 1.Kandungan Kimia dan Potensi Aktivitas pada Tanaman Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.)

Bagian Tumbuhan	Kandungan	Jumlah total kandungan yang diperoleh	Metode Identifikasi	Senyawa kimia	Sumber pustaka	Potensi Aktivitas Farmakologi
Biji	Fenolik	51-312 mg	HPLC-DAD, UV/Vis	Hidroksitirosol Bergenin Pinoresinol Isorhamnetin glukoside Luteolin Apigenin	Escudero, <i>et al</i> , 2020	Antiinflamasi (Al-Kyahri, <i>et al</i> , 2022); Antioksidan (Rawdkuen, <i>et al.</i> , 2016)
Biji	Volatile	3.438,8 (µg/kg) (n = 27); 88,33 mg/kg	MS, STD, GC-MS	Etanol 3-pentanol 1-butanol 1-penten-3-ol 1-hexanol Propanal 2-propanone Aristolen Ethylbenzene Triterpen Lanosterol isomer Sikloartenol 24-metilen Sikloartenol	Escudero, <i>et al</i> , 2020; Escudero, <i>et al</i> , 2019	Antioksidan & Antibakteri (Wintachai, & Voravuthikuncha, 2022 ; Gonzalez-Aspajo, <i>et al</i> , 2015)
Biji, Daun	Asam Lemak	35.418 mg/100g; 99,28 mg/kg; 99,6%; 24,5-60,4%	GC, GC-FID	Palmitat Stearat Oleat Vasenik Linoleat Alfalinoat Palmitoleat Margaric Estiaric Vacenic Arachidic Linolenat	Chirinos, <i>et al</i> , 2013; Escudero, <i>et al</i> , 2019; Soimee, <i>et al</i> , 2018; Chasquibol, <i>et al</i> , 2014;	Meningkatkan nilai gizi dengan memperbaiki fungsi metabolisme tubuh (Keawkim, <i>et al</i> , 2021)

Bagian Tumbuhan	Kandungan	Jumlah total kandungan yang diperoleh	Metode Identifikasi	Senyawa kimia	Sumber pustaka	Potensi Aktivitas Farmakologi
Biji, Daun	Asam Lemak	82-85%	GC, GC-FID	Asam kumarat	Keawkim, <i>et al</i> , 2021;	Meningkatkan nilai gizi dengan memperbaiki fungsi metabolisme tubuh (Keawkim, <i>et al</i> , 2021)
		Tidak tercantum		Asam 4-hidroksibenzoat	Kittibunchakul, <i>et al</i> , 2022;	
		Tidak tercantum		Asam ferulat		
				Asam galat		
Biji	Tocopherol	102,94 mg/ 100g;	HPLC, HPLC-fluorescence	Alfa-tocopherol	Chirinos, <i>et al</i> , 2013;	Antioksidan (Escudero, <i>et al</i> , 2020 ; Chirinos, <i>et al</i> , 2013 ; Sterbova <i>et al.</i> , 2017)
		2.210,29 mg/kg;		Beta-tocopherol	Escudero, <i>et al</i> , 2019;	
		2.660 mg/kg;		Gamma-tocopherol	Chasquibol, <i>et al</i> , 2014	
		30,0-46,4%		Sigma-tocopherol	Chasquibol, <i>et al</i> , 2019.	
Biji	Phytosterol	80,814 mg/ 100g;	GC-MS	Campesterol	Chirinos, <i>et al</i> , 2013;	Antioksidan (Escudero, <i>et al</i> , 2020 ; Chirinos, <i>et al</i> , 2013);
		113,63 mg/kg		Stigmasterol	Escudero, <i>et al</i> , 2019;	Antidiabetes (Poulose, <i>et al</i> , 2021 ; Lin, <i>et al</i> , 2022 ; Kittibunchakul, <i>et al</i> , 2022)
		26,5-63,1%;		Beta-sitosterol	Chasquibol, <i>et al</i> , 2014;	
		62,6%		Kolesterol	Chasquibol, <i>et al</i> , 2019.	
				Klerosterol		
				Sitostanol		
				Avenasterol		
				7-stigmasterol		
				7-avenasterol		
Biji	Carotenoid	0,08 mg/ 100g	UV/Vis	-	Chirinos, <i>et al</i> , 2013	Antioksidan (Chirinos, <i>et al.</i> , 2013)
Biji	Glyceridic polar	13,6-52,5%;	HPSEC	Triglycerid oksida	Chasquibol, <i>et al</i> , 2014;	
		24 mg/g		Diglyserida	Chasquibol, <i>et al</i> , 2019	
				Monoglyserida		

Bagian Tumbuhan	Kandungan	Jumlah total kandungan yang diperoleh	Metode Identifikasi	Senyawa kimia	Sumber pustaka	Potensi Aktivitas Farmakologi
Biji	Gula & asam amino	Tidak tercantum	GC-MS, GC-FID	Fruktosa Glisin Isoleusin Prolin Leusin Acetoin 3,5-oktadien-2-one	Keawkim, <i>et al</i> , 2021	Sumber Nutrisi, Mendukung diet dan pola makan sehat (Wang, <i>et al</i> , 2018 ; (Rawdkuen & Ketnawa, 2019 ; Chasquibol, <i>et al</i> , 2014)
Biji	Trigliserida	17,7-27,7%	HPLC	Trilinolenin	Chasquibol, <i>et al</i> , 2014	Immunomodulator (Tian, et al, 2020) Sumber gizi (Keawkim, <i>et al</i> , 2021 ; Heianza, <i>et al</i> , 2019)

Berbagai makanan dari olahan tepung sacha inchi telah dikembangkan secara eksperimental, seperti granola bar, biskuit, mie, serta minuman mangga dan nanas fungsional yang dilengkapi dengan tepung sacha inchi. Minuman tersebut mengandung protein hingga 25% dan stabil selama 60 hari di lemari es (Torez, *et al*, 2021).

Terdapat beberapa jenis gula serta asam amino yang terkandung dalam biji sacha inchi. Menurut hasil penelitian, leusin merupakan asam amino esensial utama dari protein biji yang memiliki kadar sebesar 64%. Protein dari biji sacha inchi memiliki kualitas gizi yang baik dan dapat dikembangkan sebagai sumber gizi manusia, terutama untuk makanan bebas gluten (Wang, *et al*, 2018).

Terdapat penelitian dengan tepung sacha inchi yang digunakan sebagai pengganti parsial tepung terigu pada pembuatan roti. Hasil dari penggunaan sacha inchi dalam formulasi secara signifikan meningkatkan konsentrasi mineral, serat, lemak tidak jenuh, dan protein dengan evaluasi sifat sensorik seperti warna, aroma, rasa, dan tekstur roti mirip dengan sampel kontrol (Rodríguez, *et al*, 2018).

Konsentrat protein dari sacha inchi juga telah digunakan sebagai bahan fungsional dalam berbagai jenis makanan. Penambahan konsentrat protein ini dapat memperbaiki tekstur sosis serta meningkatkan umur simpannya. Selain itu, protein sacha inchi telah digunakan untuk pembuatan campuran protein nabati non-kedelai berkualitas untuk meningkatkan rasa kenyang, menjaga berat badan yang sehat, dan massa tubuh tanpa lemak (Rawdkuen & Ketnawa, 2019 ; Chasquibol, *et al*, 2014).

Immunomodulator

Tanaman sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) mengandung glukosa, manosa,

arabinosa, dan polisakarida lainnya yang dapat menginduksi proliferasi sel RAW264 dan meningkatkan ekspresi dari sitokin inflamasi IL-6, TNF-alpha dan IL-1 beta yang menunjukkan bahwa polisakarida pada sacha inchi memiliki bioaktivitas penambah kekebalan dan dapat menjadi makanan fungsional atau obat tambahan untuk meningkatkan kekebalan biologis penyakit defisiensi imun (Tian, *et al*, 2020).

SIMPULAN

Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan, tanaman sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) memiliki berbagai kandungan seperti asam lemak, tocopherol, phytosterol, trigliserida, polisakarida dan lain – lain yang bermanfaat untuk kesehatan. Kandungan senyawa pada sacha inchi memiliki aktivitas antioksidan, antiinflamasi, antibakteri, antidiabetes, immunomodulator serta sumber nutrisi. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman sacha inchi dapat dimanfaatkan sebagai sumber pangan, bahan obat, kosmetik dan produk komersil lainnya.

Keterbatasan penelitian yang menunjukkan pengujian secara *in vivo* maupun klinis untuk menguji aktivitas farmakologi pada tanaman sacha inchi dapat menjadikan motivasi untuk terus mengembangkan dan menggali informasi untuk memastikan kelayakan penggunaan sacha inchi sebagai alternatif sumber pangan dan bahan baku yang dapat dimanfaatkan secara optimal terutama di bidang kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Khayri JM, Sahana GR, Nagella P, Joseph BV, Alessa FM. 2022. Flavonoids as potential anti-inflammatory molecules. *Molecules*. Vol 27(9): 29-36.
- Apak R, Gorinstein S, Böhm V, Schaich KM, Özyürek M, & Güçlü K. 2013. Methods

- of measurement and evaluation of natural antioxidant capacity/activity (IUPAC Technical Report). *Pure and Applied Chemistry*. Vol 85(5): 957-998.
- Cachique DH, Solsol HR, Sanchez MAG. 2018. Vegetative propagation of the underutilized oilseed crop sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.). *Genet Resour Crop E*. Vol 65, 2027–2036 <https://doi.org/10.1007/s10722-018-0659-9>
- Chasquibol NA, Aguila CD, Yacono JC, Guinda A, Moreda W, Coca RBG, Camino MCP. 2014. Characterization of glyceridic and unsaponifiable compounds of Sacha inchi (*Plukenetia huayllabambana* L.) oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* <http://pubs.acs.org> on September 30, 2014
- Chasquibol NA, Gallardo G, Coca RBG, Trujillo D, Moreda W, Camino MCP. 2019. Glyceridic and unsaponifiable components of microencapsulated Sacha Inchi (*Plukenetia huayllabambana* L. and *Plukenetia volubilis* L.) edible oils. *Foods*. Vol 8(671): 1-18.
- Chirinos R, Zuloeta G, Pedreschi R, Mignolet E, Larondelle Y, Campos D. 2013. Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*): A seed source of polyunsaturated fatty acids, tocopherols, physterols, phenolic compounds and antioxidant capacity. *Food Chemistry*. 141: 1732-1739
- Chirinos R, Necochea O, Predeschi R, Campos D. 2016. Sacha inchi (*Plukenetia Volubilis* L.) shell: an alternative source of phenolic compounds and ntioxidants. *International Journal of Food and Technology*. Vol 5(1):986-993.
- Chirinos R, Zuloeta G, Pedreschi R, Mignolet E, Larondelle Y, & Campos D. 2013. Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*): A seed source of polyunsaturated fatty acids, tocopherols, phytosterols, phenolic compounds and antioxidant capacity. *Food chemistry*. Vol 141(3), 1732-1739.
- Christenhusz MJM, Byng JW. 2016. The number of known plants species in the world and its annual increase. *Phytotaxa*. Vol 261(3):201–217.
- Cisneros FH, Paredes D, Arana A, Cisneros-Zevallos L. 2014. Chemical composition, oxidative stability and antioxidant capacity of oil extracted from roasted seeds of Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.). *J Agric Food Chem*. Vol 62:5191–5197
- Cisneros FH, Paredes D, Arana A, & Cisneros-Zevallos L. 2014. Chemical composition, oxidative stability and antioxidant capacity of oil extracted from roasted seeds of Sacha-inchi (*Plukenetia volubilis* L.). *Journal of agricultural and food chemistry*, 62(22), 5191-5197.
- Escudero FR, Morales MT, Escudero MR, Munoz AM, Chavez KC, Asuero AG (2020) Assessment of phenolic and volatile compounds of commercial Sacha inchi oils and sensory evaluation. *Food Research International* <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.110022>
- Escudero FR, Munoz AM, Escudero MR, Ospino AV, Morales MT, Asuero AG (2019) Characterization of commercial Sacha inchi oil according to its composition: tocopherols, fatty acids, sterols, triterpene and aliphatic alcohols. *J Food Sci Technol*. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03938-9>
- Fiori F, Dimandja JMD, Boselli E, Rossetti F, Chamkasem N (2016). Enhanced profile characterization of virgin olive oil minor polar compound extracts by comprehensive

- two-dimensional gas chromatography with time-of-flight mass spectrometric detection. *Pol J Appl Sci* 2:71–79
- Gonzalez-Aspajo, G., Belkhelfa, H., Haddioui-Hbabi, L., Bourdy, G., & Deharo, E. (2015). Sacha Inchi Oil (*Plukenetia volubilis* L.), effect on adherence of *Staphylococcus aureus* to human skin explant and keratinocytes in vitro. *Journal of ethnopharmacology*. Vol 171:330-334.
- Jacobsen SE, Sørensen M, Pedersen SM, Weiner J. 2015. Using our agrobiodiversity: plant-based solutions to feed the world. *Agron Sustain Dev*. Vol 35:1217–1235.
- Kahane R, Hodgkin T, Jaenicke H, Hoogendoorn C, Hermann M, Keatinge JDH, Hughes JA, Padulosi S, Looney N. 2013. Agrobiodiversity for food security, health and income. *Agron Sustain Dev*. Vol 33:671–693.
- Keawkim K, Lorjaroenphon Y, Vangnai K, Jom KN. 2021. Metabolite-flavor profile, phenolic content, and antioxidant activity changes in Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds during germination. *Foods* 10, 2476: 1-15.
- Kew RBG. 2017. State of the worlds plants report 2017. Royal Botanic Gardens, tersedia secara online di <https://www.kew.org/about-us/press-media/state-of-the-worlds-plants-2017> [Diakses pada tanggal 20 April 2022].
- Kittibunchakul S, Hudthagasol C, Sanporkha P, Sapwarobol S, Suttisansanee U, Sahasakul Y. 2022. Effects of maturity and thermal treatment on phenolic profiles and in-vitro health-related properties of Sacha inchi leaves. *Plants*. Vol 11(11): 1515. Doi: 10.3390/plants11111515.
- Lin J, Wen J, Xiao N, Cai YT, Xiao J, Dai W, & Li P. 2022. Anti-diabetic and gut microbiota modulation effects of sachainchi (*Plukenetia volubilis* L.) leaf extract in streptozotocin-induced type 1 diabetic mice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. Vol 102(10):4304-4312.
- Marone E, Masi E, Taiti C, Pandolfi C, Bazihizina N, Azzarello E, Fiorino P, Mancuso S. 2017. Sensory, spectrometric (PTR-ToF-MS) and chemometric analyses to distinguish extra virgin from virgin olive oils. *J Food Sci Technol*. Vol 54:1368–1376.
- Poulose N, Sajayan A, Ravindran A, Chandran A, Priyadharshini GB. 2021. Anti-diabetic potential of a stigmasterol from the seaweed *gelidium spinosum* and its application in the formulation of nanoemulsion conjugated for the development of functional biscuits. *Frontiers in Nutrition*. Vol 8, 694362.
- Quinteros MF, Vilcacundo R, Carpio C, Carrilo W. 2016. Digestibility and Anti-inflammatory activity in vitro of Sacha inchi (*Plukenetia Volubilis* L.) proteins. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*. Vol. 9(3):303-306.
- Rawdkuen S, & Ketnawa S. 2019. Extraction, ccharacterization, and application of agricultural and food processing by-products. In Food Preservation and Waste Exploitation (pp. 1-32). *IntechOpen*. doi: 10.5772/intechopen.89289.
- Rawdkuen, S., Murdayanti, D., Ketnawa, S., & Phongthai, S. 2016. Chemical properties and nutritional factors of pressed-cake from tea and sachainchi seeds. *Food Bioscience*. Vol 15:64-71.
- Rodríguez G, Avellaneda S, Pardo R, Villanueva E, & Aguirre E. 2018. Bread leaf enriched with extruded cake from sachainchi (*Plukenetia volubilis* L.): chemistry,

- rheology, texture and acceptability. *Scientia Agropecuaria*. Vol 9(2):199-208.
- Ruiz C, Diaz C, Anaya J, Rojas R. 2013. Análisis proximal, antinutrientes, perfil de ácidos grasos y de aminoácidos de semillas y tortas de 2 especies de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* & *Plukenetia huayllabambana*). *Rev Soc Quím Perú*. Vol 79(1):29–36.
- Soimee W, Nakyai W, Charoensit P, Grandmother F, Worasakwutiphong S, Phimnuan P, Viyoch J. 2018. Evaluation of moisturizing and irritation potential of sachá inchi oil. *J Cosmet Dermatol* doi:10.1111/jocd.13099.
- Sterbova L, Cepkova PH, Viehmannova I, Cachique DH. 2016. Effect of thermal processing on phenolic content, tocopherols and antioxidant activity of sachá inchi kernels. *J Food Process Preserv*. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12848>
- Štěrbová L, Hlásná Čepková P, Viehmannová I, & Huansi DC. 2017. Effect of thermal processing on phenolic content, tocopherols and antioxidant activity of sachá inchi kernels. *Journal of Food Processing and Preservation*. Vol 41(2), e12848.
- Tian, W., Xiao, N., Yang, Y., Xiao, J, Zeng, R. (2020). Structure, antioxidant and immunomodulatory activity of a polysaccharide extracted from Sachá inchi seeds. *International Journal of Biological Macromolecules*. Vol 162(1):116-126.
- Torres Sánchez, EG, Hernández-Ledesma B, & Gutiérrez LF. 2021. Sachá inchi oil press-cake: physicochemical characteristics, food-related applications and biological activity. *Food International*. Vol 4(2): 1-12.
- Wang S, Zhu F, & Kakuda Y. 2018. Sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.): nutritional composition, biological activity, and uses. *Food chemistry*, 265, 316-328.
- Wintachai P, & Voravuthikunchai SP. 2022. Characterization of novel lytic myoviridae phage infecting multidrug-resistant acinetobacter baumannii and synergistic antimicrobial efficacy between phage and sachá inchi oil. *Pharmaceuticals*, Vol 15(3), 291