

REVIEW ARTIKEL: AKTIVITAS FARMAKOLOGI TANAMAN SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis* L.)

Jihan Arkha*, Eli Halimah

Fakultas Farmasi, Universitas Padjadjaran
jihan19001@mail.unpad.ac.id
diserahkan 24/06/2022, diterima 29/03/2023

ABSTRAK

Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) dikenal juga sebagai kacang inka atau incha inchi merupakan tanaman dari family Euphorbiaceae. Tanaman ini tumbuh di ketinggian antara 200-1500 meter di hutan Amazon. Tanaman Sacha inchi ini banyak dibudidayakan di Peru dan Kolombia Selatan. Di Indonesia sendiri masih belum banyak dibudidayakan. Tanaman ini merupakan salah satu sumber terbaik omega-3 (45-55%) dan memiliki lebih banyak kandungan asam lemak tak jenuh. Hal ini menjadikan sacha inchi memiliki potensi yang besar dalam industri kosmetik, *nutraceutical*, makanan dan obat-obatan. *Review* artikel ini dibuat untuk menyediakan informasi terkait aktivitas farmakologi yang dimiliki oleh Sacha inchi yang diperoleh dari pencarian melalui *Google Scholar* dan PubMed. Berdasarkan hasil pencarian, Sacha inchi memiliki berbagai aktivitas farmakologi, antara lain antioksidan, immunomodulator, antiinflamasi, antilipemik, antikonvulsan, antimutagenik, menghambat perlekatan *Staphylococcus aureus* pada keratinosit dan eksplan kulit manusia, serta menghambat beberapa enzim pencernaan. Potensi dari tanaman ini perlu dikembangkan dan diteliti lebih lanjut.

Kata Kunci: Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*), Aktivitas Farmakologi.

ABSTRACT

Sacha inchi (Plukenetia volubilis L.) also known as inka bean or incha inchi is a plant of the Euphorbiaceae family. This plant grows at altitudes between 200-1500 meters in the Amazon forest. Sacha inchi plants are widely cultivated in Peru and Southern Colombia. In Indonesia itself, it is still not widely cultivated. This plant is one of the best sources of omega-3 (45-55%) and has more unsaturated fatty acid content. This makes sacha inchi has great potential in the cosmetic, nutraceutical, food and medicine industries. This review article was created to provide information regarding the pharmacological activities possessed by Sacha inchi obtained from searches through Google Scholar and PubMed. Based on the research, Sacha inchi has various pharmacological activities, including antioxidant, immunomodulator, anti-inflammatory, antilipemic, anticonvulsant, antimutagenic, inhibiting Staphylococcus aureus attachment to keratinocytes and human skin explants, and inhibiting several digestive enzymes. The potential of this plant needs to be further developed and studied.

Keywords: Covid-19, SARS-CoV-2, risk factors, preventions

PENDAHULUAN

Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L) yang dikenal juga sebagai kacang inka atau incha inchi merupakan tanaman dari family Euphorbiaceae. Tanaman ini tersebar di seluruh lembah Amazon, sebagian besar dibudidayakan dan digunakan di Perú, dimana tanaman ini telah ditemukan di pemukiman beberapa kelompok etnis yang berbeda. Bijinya sedang dan telah digunakan dalam masakan tradisional di Perú, biasanya dalam hidangan yang bisa menjadi alternative yang disiapkan dengan kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) Tanaman ini tumbuh di ketinggian antara 200-1500 meter. Tanaman Sacha inchi ini banyak dibudidayakan juga di Kolombia Selatan. Di Indonesia sendiri masih belum banyak dibudidayakan. Tanaman kacang inka ini berbentuk seperti bintang yang berwarna hijau yang jika matang akan berubah menjadi coklat kehitaman, berisi biji oval berwarna coklat tua, sedikit membesar di tengah dan mengecil ke arah tepi (Kodahl, 2020; Wang, *et al.*, 2018)

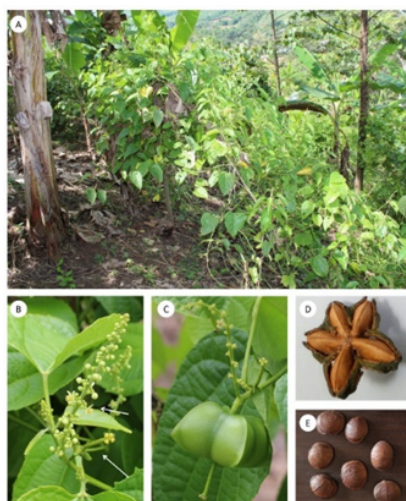
Biji Sacha inchi merupakan sumber minyak yang baik (35–60%) dan protein (27%) serta mengandung zat yang tidak tahan panas dengan rasa pahit. Minyak sacha inci dicirikan terutama oleh kadar asam lemak esensial yang tinggi, mewakili sekitar 82% dari total kandungan

minyak (Chirinos, *et al.*, 2013).

Sacha inchi mempunyai komposisi nutrisi yang luar biasa karena bijinya mengandung asam lemak tak jenuh ganda, asam esensial α linolenat dan asam linoleat dalam jumlah yang sangat tinggi (Omega 3: 35,2-50,8% dan Omega 6: 33,4-41,0% dan dari total fraksi lemak masing-masing. Selain itu, bijinya memiliki kandungan protein yang tinggi sekitar 22- 30% (Kodahl, 2020).

Minyak Sacha inchi yang berasal dari biji diperoleh dengan metode *cold pressing* memiliki kandungan trigliserida, tokoferol dan polifenol terutama (γ -tokoferol). Hal ini menunjukkan bahwa sacha inchi termasuk salah satu sumber terbaik omega-3 (45-55%) dan memiliki lebih banyak kandungan asam lemak tak jenuh (35-65%) (Fanali, *et al.*, 2011).

Selain kandungan asam lemak esensial, tanaman Sacha inchi juga mengandung senyawa fenolik dan vitamin E yang tinggi yang menunjukkan aktivitas antioksidan, hipolipidemik, imunomodulasi dan emolien (Cardenas *et al.*, 2021). Hal ini menjadikan Sacha inchi memiliki potensi yang besar dalam industri kosmetik, *nutraceutical*, makanan dan obat-obatan. Oleh karena itu *review* artikel ini dibuat untuk menyediakan informasi terkait aktivitas farmakologi yang dimiliki oleh Sacha inchi.



Gambar 1. Tumbuhan Sacha Inchi (Kodahl & Sorensen, 2021)

METODE

Review artikel ini menggunakan metode studi literatur. Sumber pencarian yang digunakan ialah *Google Scholar* dan PubMed. Kata kunci yang digunakan antara lain Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*), *Pharmacology activity*. Sumber jurnal berasal dari jurnal internasional. Kriteria inklusi yaitu jurnal yang diterbitkan pada tahun 2012-2020 dan menjelaskan hasil penelitian tentang aktivitas farmakologi dari Sacha inchi. Dari hasil pencarian melalui *Google Scholar* didapatkan 380 jurnal sedangkan hasil pencarian PubMed didapatkan 3 jurnal. Kemudian terpilih 9 jurnal sesuai kriteria inklusi yang digunakan pada *review* ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan, data yang diperoleh ialah aktivitas farmakologi yang dimiliki oleh tanaman Sacha inchi, bagian tanaman, serta metode yang digunakan pada pengujian hasil pengujian aktivitas dari tanaman sacha inchi.

Sacha inchi diketahui memiliki aktivitas antara lain sebagai antioksidan, immunomodulator, antiinflamasi, antilipemik, antikonvulsan, antimutagenik, menghambat perlekatan *Staphylococcus aureus* pada keratinosit dan eksplan kulit manusia, serta menghambat enzim pencernaan. Hasil aktivitas ini diperoleh baik secara *in vitro* maupun *in vivo*, ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Aktivitas Farmakologi Tanaman Sacha Inchi

No.	Aktivitas	Bagian tumbuhan	Metode	Hasil	Pustaka
1.	Antioksidan	Biji	DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil)	Nilai IC50 PVLP-1 adalah 152 µg/mL	(Tian, <i>et al.</i> , 2020)
			<i>Hydroxyl radicals assessed using Fenton principle</i>	Nilai IC50 PVLP-1 adalah 106 µg/mL	(Tian, <i>et al.</i> , 2020)
			<i>Superoxide anion radical</i>	Nilai IC50 PVLP-1 adalah 161 µg/mL	(Tian, <i>et al.</i> , 2020)
			ABTS (2,2-azinobis-3-Ethylbenzothiazoline-6-Sulfonic Acid)	Nilai IC50 PVLP-1 adalah 198 µg/mL	(Tian, <i>et al.</i> , 2020)
		Cangkang	ABTS	Nilai kapasitas antioksidan tertinggi 93.9 µmol TE/g dengan perbandingan pelarut aseton :air :asam asetat (80: 19: 1)	(Chirinos, <i>et al.</i> , 2016)
			FRAP Assay (<i>Ferric Reducing Antioxidant Power</i>)	Nilai kapasitas antioksidan tertinggi 114.0 µmol TE/g dengan perbandingan pelarut aseton : air : asam asetat (80: 19: 1)	(Chirinos, <i>et al.</i> , 2016)

No.	Aktivitas	Bagian tumbuhan	Metode	Hasil	Pustaka
			ORAC Assay (Oxygen Radical Absorbance Capacity)	Nilai kapasitas antioksidan tertinggi 192.6 µmol TE/g dengan perbandingan pelarut etanol :aseton :air :asam asetat (40:40:10:1)	(Chirinos, <i>et al.</i> , 2016)
		Biji (panggang)	ABTS	Nilai kapasitas antioksidan biji Sacha inchi dipanggang pada suhu 160°C yaitu 0.61 µmol TE/g	(Buenos-Borges, <i>et al.</i> , 2018)
			DPPH	Nilai kapasitas antioksidan biji Sacha inchi dipanggang pada suhu 160°C yaitu 0.44 µmol TE/g	(Buenos-Borges, <i>et al.</i> , 2018)
			ORAC	Nilai kapasitas antioksidan biji Sacha inchi dipanggang pada suhu 160°C yaitu 0.12 µmol TE/g	(Buenos-Borges, <i>et al.</i> , 2018)
2.	Imunomodulator	Biji	- Uji MTT (3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide) - ELISA (Enzyme-linked immunosorbent assay)	PVLP -1 memiliki aktivitas imunomodulator yang baik dalam sel RAW 264.7.	(Tian, <i>et al.</i> , 2020)
3.	Antiinflamasi	Biji	Metode denaturasi protein	Isolat protein Sacha inchi 1000 g/ml menunjukkan % penghambatan dematurasi sebesar 78,13%	(Quinteros, <i>et al.</i> , 2016)
4.	Antilipemik	Biji	Metode uji antilipemik dengan diinduksi obesitas	Emulsi minyak Sacha inchi menunjukkan kadar kolesterol total, trigliserida, dan LDL, dan meningkatkan HDL	(Ambulay, <i>et al.</i> , 2020)
5.	Antikonvulsan	Biji	Metode uji antikonvulsan dengan diinduksi pentylenetetrazole	Dosis maksimum 1000 mg/kg menunjukkan efek antikonvulsan yang sebanding dengan diazepam 1 mg/kg	(Herrera-Calderon, <i>et al.</i> , 2019)

No.	Aktivitas	Bagian tumbuhan	Metode	Hasil	Pustaka
6.	Antimutagenik	Biji	Mutagenicity Assay	Kelompok minyak Sacha inchi (10/100/100 mg/kg) menunjukkan jumlah mikronukleus yang lebih rendah dalam darah dan sumsum tulang dibandingkan dengan kelompok siklofosfamid	(Arroyo-Acevedo, <i>et al.</i> , 2018)
7.	Menghambat perlekatan <i>S.aureus</i> pada keratinosit	Buah	Adherence assays	Minyak Sacha inchi lebih aktif sebagai penghambat perlekatan <i>S. aureus</i> pada keratinosit dan lebih aktif pada pelepasan <i>S. aureus</i> dari eksplan kulit manusia	(Gonzalez-Aspajo, <i>et al.</i> , 2015)
8.	Menghambat enzim pencernaan	Buah	Uji penghambatan aktivitas α -amylase, α -Glucosidase, lipase pankreas.	Hidrolysat protein Sacha inchi dan peptida fraksinya memiliki potensi menghambat enzim pencernaan	(Suwanangul, <i>et al.</i> , 2021)

Antioksidan

Potensi antioksidan dari tanaman Sacha inchi ditentukan dengan berbagai pengujian. Salah satunya dengan menggunakan Polisakarida baru (PVLP-1) yang diekstraksi dan dimurnikan dari biji Sacha inchi. (PVLP-1) menunjukkan aktivitas penangkal radikal bebas yang baik. Nilai IC₅₀ PVLP-1 terhadap radikal hidroksi adalah 106 µg/mL yang lebih rendah dari polisakarida dari biji teh (487 g/mL), menunjukkan tingkat penangkalan hidroksi radikal yang lebih tinggi. Tingkat penangkalan pada radikal superoksida dari PVLP-1 mencapai 86,6% lebih tinggi dari polisakarida biji *Plantago asiatica* L (83,5%). Aktivitas antioksidan yang baik dari PVLP-1 dapat dikaitkan dengan berat molekulnya yang relatif rendah yaitu 144 kDa. Pengujian pada cangkang Sacha inchi menunjukkan aktivitas antioksidan, ditunjukkan dengan adanya senyawa

fenolik seperti tanin terkondensasi, tanin terhidrolisis, asam fenolik bebas dan terikat, flavanoid, flavonoid, dan lignan. Pelarut ekstraksi yang terbaik untuk mendapatkan senyawa fenolik dan kandungan antioksidan ialah aseton: air: asam asetat (80:19:1, v/v/v) dan ethanol : aseton : air : asam asetat (40 : 40 : 10 : 1, v/v/v/v). Dengan demikian, cangkang Sacha inchi memiliki potensi tinggi sebagai alternatif sumber senyawa fenolik dan antioksidan. Pada pengujian lainnya pada minyak Sacha inchi yang bijinya dipanggang pada suhu 160 °C selama 15 menit menunjukkan aktivitas antioksidan menggunakan metode ABTS dengan nilai kapasitas antioksidan sebesar 0.61 µmol TE/g. Dengan demikian dapat disimpulkan tanaman Sacha inchi memiliki aktivitas antioksidan pada bagian biji dan cangkang. (Tian, *et al.*, 2020; Buenos-Borges, *et al.*, 2018; Chirinos, *et al.*, 2016).

Immunomodulator

Produksi sitokin dalam sel RAW264.7 dapat ditingkatkan dengan PVLP-1. Perlakuan dengan PVLP-1 konsentrasi 200 µg/mL menghasilkan konsentrasi NO yang tinggi yaitu 19,43 µmol/mL dalam sel RAW 264,7 dimana lebih tinggi dari polisakarida *Lentinula edodes*. Selain itu, konsentrasi produksi IL-6 sebesar 1389.2 pg/ml yang distimulasi oleh PVLP-1 dalam sel RAW 264,7 lebih tinggi dibandingkan polisakarida *Lepidium meyenii* dan polisakarida kacang hijau. Konsentrasi produksi TNF-α sebesar 168,2 pg/ml yang distimulasi oleh PVLP-1 dalam sel RAW 264,7 lebih rendah dibanding polisakarida *Ganoderma atrum*. Oleh karena itu, PVLP-1 memiliki aktivitas imunomodulator yang baik dalam sel RAW264.7 (Tian, *et al.*, 2020).

Antiinflamasi

Aktivitas antiinflamasi dari tanaman Sacha inchi ditentukan dengan metode denaturasi protein. Isolat protein dari Sacha inchi (100-1000 µg/mL) menunjukkan penghambatan yang signifikan terhadap denaturasi albumin telur. Aktivitas antiinflamasi in vitro dari isolat protein sacha inchi pada pH 4,0 (1000 µg/mL) menunjukkan persen penghambatan denaturasi sebesar 78,13%. Natrium diklofenak (200 µg/mL) digunakan sebagai standar menunjukkan persen penghambatan denaturasi sebesar 76.20 %. Denaturasi protein berkorelasi baik dengan terjadinya respon inflamasi. Cedera jaringan selama hidup mungkin mengarah pada denaturasi konstituen protein pada sel atau zat antar sel. Dengan demikian, kemampuan Sacha inchi menghambat denaturasi protein menunjukkan adanya aktivitas antiinflamasi (Osman *et al.*, 2016; Quinteros *et al.*, 2016).

Antilipemik

Tanaman Sacha inchi mengandung omega 3 yang tinggi yang dapat membantu menormalkan obesitas. Tikus uji diinduksi dengan diet tinggi lemak, kemudian diberikan perlakuan dengan 2,5 ml emulsi minyak Sacha inchi (SI1: 0,25 g omega-3 /hari; SI2:0,5 g omega-3 /hari) secara signifikan menurunkan kadar LDL masing-masing di 45% dan 36%. Kadar trigliserida juga menurun masing-masing sebesar 22% dan 33%. Kadar HDL meningkat pada kelompok SI₂ sebesar 72%. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa emulsi minyak Sacha inchi menunjukkan efek antilipemik karena dapat menurunkan kolesterol total, trigliserida, LDL, dan meningkatkan HDL (Ambulay, *et al.*, 2020).

Antikonvulsan

Efek antikonvulsan diketahui dengan menginduksikan Pentylenetetrazole (PTZ) pada kelompok hewan uji dimana PTZ ini merupakan antagonis reseptor GABA, injeksi intraperitoneal PTZ ke hewan menginduksi kejang. Persen proteksi minyak sacha inchi (500 dan 1000 mg / kg, po) pada kejang yang diinduksi PTZ menunjukan hasil yang signifikan sebesar masing-masing 83% dan 100% dimana hasilnya sangat mirip dengan persen proteksi pada kejang menggunakan Diazepam (1 mg / kg; s.c.) yaitu sebesar 100%. Diazepam sendiri biasanya dapat digunakan untuk meredakan kejang. Kandungan omega 3 pada minyak Sacha inchi memberikan perlindungan terhadap kejang dengan meningkatkan ambang potensial aksi dan dengan memperpanjang periode refrakter di neuron. Mekanisme ini tampaknya merupakan hasil dari penghambatan parsial *voltage-gated channels* natrium dan kalsium (Herrera-Calderon, *et al.*, 2019).

Antimutagenik

Evaluasi efek antimutagenik Sacha inchi pada tikus dilakukan dengan *mutagenicity assay* dengan cara menentukan jumlah mikronukleus di darah dan sumsum tulang. Hewan uji diinduksi dengan siklofosfamid 40 mg/kg i.p. Siklofosfamid menunjukkan hubungan yang erat antara kerusakan kromosom dan efek teratogenik. Penilaian mutagenisitas menggunakan mikronukleus dalam darah dan sumsum tulang mamalia bertujuan untuk mendeteksi lesi pada kromosom atau aparatus mitosis eritroblas. Jumlah mikronukleus di darah pada kelompok yang diberi siklofosfamid saja yaitu $13,20 \pm 0,22$ mikronukleus. Pada kelompok yang mendapatkan minyak Sacha inchi 1000 mg/kg jumlah mikronukleus di darah menunjukan penurunan yang lebih besar dengan persen penghambatannya adalah 63,64%. Jumlah mikronukleus di sumsum tulang pada kelompok yang diberi siklofosfamid saja yaitu $1,80 \pm 0,14$ mikronukleus. Pada kelompok yang mendapatkan minyak Sacha inchi 100 mg/kg jumlah mikronukleus sumsum tulang menunjukan penurunan yang lebih besar dengan persen penghambatan sebesar 66,67%. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa minyak Sacha inchi memiliki efek antimutagenik. (Arroyo-Acevedo, *et al.*, 2018).

Menghambat perlekatan S.aureus pada keratinosit dan eksplan kulit manusia

Minyak Sacha inchi dilaporkan digunakan secara topikal pada kulit. Oleh karena itu dilakukan pengujian untuk mempelajari kapasitasnya dalam merusak perlekatan *S. aureus* pada keratinosit terisolasi dan eksplan kulit. Pada uji preventif minyak Sacha inchi lebih efektif (hampir 40%) dibandingkan dengan minyak kelapa (25%) dalam menghambat perlekatan *S. aureus* pada keratinosit. Pada uji kuratif minyak Sacha

inchi dan minyak kelapa memiliki kemampuan menghilangkan *S. aureus* dengan efisiensi sekitar 33% pada keratinosit. Pada eksplan kulit manusia, minyak Sacha inchi memiliki kapasitas untuk menghilangkan *S. aureus* sama halnya dengan pada keratinosit sedangkan minyak kelapa tidak efektif. Kandungan Omega 3 dan 6 mungkin memiliki peran untuk pembebasan *S. aureus* pada kulit eksplan tetapi pengujian lebih lanjut diperlukan untuk mengkonfirmasi hipotesis ini dan juga untuk menentukan rasio omega 3 dan 6 terbaik yang memiliki efek penghambatan perlekatan terbaik (Gonzalez-Aspajo, *et al.*, 2015).

Menghambat enzim pencernaan

Hidrolisat protein sacha inchi dan peptida fraksinasinya memiliki potensi untuk menghambat enzim pencernaan utama seperti α -amylase, α -glucosidase dan lipase pankreas. Hidrolisat protein diproduksi melalui hidrolisis enzimatis isolat protein sacha inchi menggunakan tiga enzim protease yang berbeda: pepsin, papain dan Flavourzyme. Setiap sampel hidrolisat kemudian difraksinasi dengan membran ultrafiltrasi pada berbagai *cut-off* berat molekul (MW) mulai dari 1-10 kDa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fraksi peptida dengan MW 1-3 kDa yang dihasilkan oleh pepsin memiliki aktivitas penghambatan tertinggi terhadap α -amylase. Fraksi peptida dengan MW < 1 kDa yang dihasilkan oleh Flavourzyme memiliki aktivitas penghambatan tertinggi terhadap α -glucosidase ($51,06 \pm 0,08\%$), diikuti oleh fraksi dengan MW < 1 kDa dan 1-3 kDa ($48,21 \pm 0,12\%$ dan $48,27 \pm 0,17\%$) yang dihasilkan oleh pepsin, dan hidrolisat tak terfraksi yang dihasilkan oleh papain ($42,81 \pm 0,38\%$). Namun, peptida yang difraksinasi kurang menghambat aktivitas lipase ($IC_{50} > 3,0$ mg/mL) dibandingkan dengan peptida

yang tidak terfraksi ($IC_{50} < 3,0$ mg/mL). Dengan demikian, Sacha inchi memiliki aktivitas untuk menghambat enzim pencernaan yaitu α -amylase, α -glucosidase dan lipase pankreas. Hasil ini dapat berguna untuk diet atau manajemen kalori. Penelitian secara in vivo masih diperlukan terkait aspek keamanan dan efektifitas (Suwanangul, *et al.*, 2021).

SIMPULAN

Dapat disimpulkan dari berbagai penelitian Tanaman Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) memiliki berbagai aktivitas farmakologi, antara lain antioksidan, imunomodulator, antiinflamasi, antilipemik, antikonvulsan, antimutagenik, menghambat perlekatan *S.aureus* pada keratinosit dan eksplan kulit manusia, serta menghambat beberapa enzim pencernaan. Aktivitas farmakologi yang paling banyak pada tanaman ini ialah antioksidan baik pada biji maupun cangkangnya, didukung juga dengan banyaknya kandungan senyawa fenolik dan vitamin E pada tanaman Sacha inchi. Potensi dari tanaman ini perlu dikembangkan dan diteliti lebih lanjut terutama pada bagian tumbuhan lain selain biji dan cangkang.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambulay, J., Rojas, P., Timoteo, O., Barreto, T., & Colarossi, A. (2020). Effect of the emulsion of Sacha Inchi (*Plukenetia huayabambana*) oil on oxidative stress and inflammation in rats induced to obesity. *Journal of Functional Foods*, 64, 1-9.
- Arroyo-Acevedo, J., Herrera-Calderon, O., Cisneros-Hilario, C., Chavez-Asmat, R., Anampa-Guzman, A., Enciso-Roca, E., Pari-Olarte, B. (2018). Antimutagenic Effect of *Plukenetia volubilis* (Sacha inchi) Oil in BALB/c Mice. *ARRB*, 24(3), 1-8.
- Benitez, R., Coronell, C., & Martin, J. (2018). Chemical Characterization Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) Seed: Oleaginous Promising From the Colombian Amazon. *International Journal of Current Science Research and Review*, 01(01), 11-22.
- Buenos-Borges, L., Sartim, M., Claudia, C., Sampaio, S., Rodrigues, P., & Regitano-d'Arce, M. (2018). Sacha inchi seeds from sub-tropical cultivation: effects of roasting on antinutrients, antioxidant capacity and oxidative stability. *J Food Sci Technol*, 55, 4159-4166.
- Cardenas, D., Rave, L., Soto, J. (2021). Biological Activity of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) and Potential Uses in Human Health: A Review. *Food Technol Biotechnol*, 59(3), 253-266
- Chirinos, R., Neocochea, O., Pedreschi, R., & Campos, D. (2016). Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) shell: an alternative source of phenolic compounds and antioxidants. *International Journal of Food Science and Technology*, 51, 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*, 141(3), 1732-1739.
- Fanali, C., Dugo, L., Cacciola, F., Beccaria, M., Grasso, S., Dacha, M., . . . Mondello, L. (2011). Chemical Characterization of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) Oil. *J. Agric. Food Chem*, 13043-13049.
- 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*, 171, 330-334.
- Herrera-Calderon, O., Yuli-Posadas, R., Tinco-Jayo, J., Enciso-Roca, E., Franco-Quino, C., Chumpitaz-Cerrete, V., & Figueroa-Salvador, L. (2019). Neuroprotective Effect of Sacha Inchi Oil (*Plukenetia volubilis* L.) in an Experimental Model of Epilepsy. *Pharmacogn J*, 11(6), 1591-1596.
- Kodahl, N. (2020). Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.)—from lost crop of the Incas to part of the solution to global challenges?. *Planta*. 251:80
- Kodahl, N., & Sorensen, M. (2021). Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) Is an Underutilized Crop with a Great Potential. *Agronomy*, 1-10.
- Osman, N., Sidik, N., Awal, A., Adam, N., & Rezali, N. (2016). In vitro xanthine oxidase and albumin denaturation inhibition assay of *Barringtonia racemosa* L. and total phenolic content analysis for potential anti-inflammatory use in gouty arthritis. *J Intercult Ethnopharmacol*, 5(4), 343-349.
- Quinteros, M., Vilcacundo, R., Carpio, C., & Carrillo, W. (2016). Digestibility and anti-inflammatory activity in vitro of sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) Proteins. *Asian J Pharm Clin Res*, 9(3), 303-306.
- Suwanangul, S., Alashi, M., Aluko, R., Tochampa, W., & Ruttarattanamongkol, K. (2021). Inhibition of α -amylase, α -glucosidase and pancreatic lipase activities in vitro by sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) protein hydrolysates and their fractionated peptides. *Maejo Int. J. Sci. Technol*, 15(01), 13-26.
- Tian, W., Xiao, N., Yang, Y., Xiao, J., Zeng, R., Xie, L., . . . Du, B. (2020). Structure, antioxidant and immunomodulatory activity of a polysaccharide extracted from Sacha inchi seeds. *International Journal of Biological Macromolecules*, 162, 116-126.
- Wang, S., Zhu, F., & Kakuda, Y. (2018). Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.): Nutritional composition, biological activity, and uses. *Food Chemistry*, 316-328.