

Peran Antioksidan Daun Kelor (*Moringa oleifera*) dalam Mencegah Kerusakan Folikel Ovarium: Literature Review

Khorina Fatin Bilqis¹

¹Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

Abstrak

Ovarium merupakan organ reproduksi utama pada wanita yang sangat rentan terhadap kerusakan oksidatif akibat akumulasi radikal bebas. Kondisi ini dapat memicu apoptosis sel granulosa, peroksidasi lipid, serta penurunan kualitas dan jumlah folikel, sehingga mengganggu fungsi reproduksi. *Moringa oleifera* (daun kelor) menjadi fokus penelitian karena kandungan polifenol dan flavonoidnya, seperti *Kaempferol* dan *quercetin*, yang berperan sebagai penangkap radikal bebas serta meningkatkan aktivitas enzim antioksidan endogen seperti SOD dan GSH. Berbagai studi *in vivo* dan *in vitro* menunjukkan bahwa ekstrak daun *M. oleifera* mampu menurunkan kadar MDA, ROS, dan caspase-3, memperbaiki histologi folikel ovarium, serta menurunkan sitokin pro-inflamasi (TNF- α , IL-6, IL-8). Mekanisme molekulernya melibatkan aktivasi jalur Nrf2 yang meningkatkan ekspresi gen protektif seperti NQO1 dan HO-1 serta memperkuat sistem glutation, sehingga menstabilkan redoks seluler dan melindungi jaringan ovarium. Pada model PCOS, evaluasi morfometri menunjukkan peningkatan diameter folikel Graaf, bobot ovarium, dan penurunan degenerasi lapisan theca. Empat studi terbaru (2025) mengonfirmasi efek antioksidan, anti-inflamasi, dan anti-apoptotik *M. oleifera* yang meningkatkan viabilitas sel granulosa. Meskipun menjanjikan, sebagian besar bukti masih berasal dari model hewan, sehingga diperlukan penelitian lanjutan pada manusia untuk menentukan dosis, keamanan, dan efektivitas. Temuan ini mendukung potensi *Moringa oleifera* sebagai agen pelindung folikel ovarium bagi kesehatan reproduksi wanita.

Kata kunci: *Moringa oleifera*, ovarium, folikel, antioksidan, stres oksidatif

The Antioxidant Role of *Moringa Oleifera* Leaves in Preventing Ovarian Follicle Damage: A Literature Review

Abstract

The ovary is a primary female reproductive organ that is highly vulnerable to oxidative damage caused by excessive free radicals, which can induce granulosa cell apoptosis, lipid peroxidation, and reductions in follicle quality and quantity, ultimately impairing reproductive function. *Moringa oleifera* has gained attention due to its high polyphenol and flavonoid content—particularly quercetin and kaempferol—which act as free-radical scavengers and enhance endogenous antioxidant enzymes such as SOD and GSH. Evidence from *in vivo* and *in vitro* studies shows that *M. oleifera* leaf extract decreases MDA, ROS, and caspase-3 levels, improves ovarian follicular morphology, and reduces pro-inflammatory cytokines including TNF- α , IL-6, and IL-8. Its molecular mechanism is linked to activation of the Nrf2 pathway, leading to increased expression of protective genes (NQO1, HO-1) and strengthening of the glutathione system, thereby stabilizing cellular redox balance. In PCOS models, *M. oleifera* has been shown to increase Graafian follicle diameter, improve ovarian weight, and reduce theca layer degeneration. Recent reproductive pharmacology studies further confirm its antioxidant, anti-inflammatory, and anti-apoptotic effects, as well as improved granulosa cell viability. Although promising, current evidence is largely preclinical, indicating the need for human studies to determine optimal dosing, safety, and clinical effectiveness.

Keywords: *Moringa oleifera*, ovary, follicles, antioxidants, oxidative stress

Korespondensi : Khorina Fatin Bilqis, Alamat Jl. Prof. Dr. Sumantri Brodjonegoro, No. 1 Bandar Lampung, HP 081279457059, email : khorinafatin@fk.unila.ac.id

Pendahuluan

Ovarium merupakan organ reproduksi utama pada wanita yang berperan dalam pembentukan folikel, pematangan oosit, dan produksi hormon steroid. Ovarium sangat rentan terhadap kerusakan oksidatif akibat akumulasi radikal bebas, yang dapat memicu

apoptosis sel granulosa, peroksidasi lipid, serta menurunkan kualitas dan jumlah folikel, dengan potensi mengganggu fungsi reproduksi¹.

Dalam beberapa tahun terakhir, *Moringa oleifera* (daun kelor) menjadi fokus penelitian karena kapasitas antioksidannya yang tinggi. Daun ini kaya polifenol dan flavonoid (misalnya *Kaempferol* and *quercetin*) yang berperan sebagai scavenger radikal bebas. Penelitian in vitro dan in vivo menunjukkan bahwa ekstrak daun *M. oleifera* menurunkan MDA sekaligus meningkatkan aktivitas enzim antioksidan endogen seperti SOD dan GSH^{2,3}

Pada model hewan PCOS, suplementasi daun *M. oleifera* secara signifikan mengurangi stres oksidatif di ovarium. Wu⁴ melaporkan peningkatan ekspresi Sirt1 dan FoxO1, perbaikan homeostasis oksidatif melalui jalur Sirt1/FoxO1/PGC-1 α , serta regulasi sitokin inflamasi. Studi lain pada model kerusakan ovarium akibat kemoterapi menunjukkan penurunan MDA, peningkatan GSH, dan penekanan mediator pro-inflamasi seperti TNF- α dan IL-8, sambil mempertahankan struktur folikel⁵. Morfometri ovarium menunjukkan efek protektif ekstrak daun kelor, termasuk peningkatan diameter Graafian follicle, bobot ovarium, dan penurunan ketebalan lapisan theca pada model PCOS^{6,7}. Flavonoid, khususnya kuersetin, berperan dalam menjaga morfologi folikel, menurunkan stres oksidatif dan inflamasi, serta mendukung homeostasis ovarium⁸. Secara molekuler, *Moringa oleifera* memiliki potensi antioksidan melalui aktivasi jalur Nrf2, yang meningkatkan ekspresi gen protektif seperti NQO1 dan HO-1, serta memperkuat sistem glutathion seluler. Mekanisme ini berperan dalam menstabilkan redoks seluler, sehingga berpotensi melindungi jaringan dari kerusakan oksidatif, termasuk pada ovarium, meskipun bukti langsung pada ovarium masih perlu penelitian lebih lanjut⁹.

Meski bukti eksperimental mendukung potensi protektif daun kelor terhadap folikel ovarium, sebagian besar studi masih terbatas pada model hewan, dan data

klinis pada manusia masih sedikit. Mekanisme anti-apoptosis sel granulosa dan regulasi sitokin inflamasi juga perlu penelitian lebih lanjut. Berdasarkan bukti tersebut, tinjauan literatur ini bertujuan untuk menganalisis peran daun kelor (*Moringa oleifera*) dalam mencegah kerusakan folikel ovarium, dengan fokus pada mekanisme antioksidan, anti-apoptotik, dan anti-inflamasi, serta implikasinya bagi kesehatan reproduksi wanita.

Metode

Studi yang dimasukkan meliputi artikel original (in vivo atau klinis) dan review sistematis yang meneliti efek *Moringa oleifera* pada ovarium atau folikel. Artikel harus terindeks di PubMed/PMC dan dipublikasikan antara 1 Januari 2025–31 Desember 2025. Hanya studi yang melaporkan parameter oksidatif (MDA, GSH, SOD), marker inflamasi, hormon reproduksi, atau temuan histologis ovarium yang disertakan. Artikel dikeluarkan dari tinjauan apabila tidak membahas ovarium atau folikel, atau tidak menilai aspek antioksidan maupun antiinflamasi yang relevan. Studi juga dikeluarkan jika ditulis dalam bahasa selain Inggris tanpa abstrak atau teks yang dapat diekstraksi untuk penelaahan. Selain itu, laporan singkat yang tidak menyajikan data empiris, seperti editorial, komentar, atau opinion pieces tanpa hasil penelitian, tidak dimasukkan dalam analisis.

Pencarian sistematis pada database PubMed menghasilkan 148 artikel. Setelah menghapus 12 duplikasi, 136 artikel disaring berdasarkan judul dan abstrak; 102 di antaranya dieliminasi karena tidak relevan. Sebanyak 34 artikel dievaluasi full-text, dan 26 artikel dikeluarkan karena tidak memenuhi kriteria inklusi. Dengan demikian, 4 studi memenuhi syarat dan dimasukkan dalam tinjauan ini, terdiri dari studi in vivo pada tikus/rodent, studi farmakologis terkait stres oksidatif, serta satu studi klinis pilot.

Hasil

Tabel 1. Ringkasan Studi In Vivo dan In Vitro mengenai Efek *Moringa oleifera* terhadap Stres Oksidatif dan Parameter Folikel Ovarium pada tahun 2025

No	Penulis, Tahun	Metode & Desain	Model Sampel	/ Intervensi (Dosis, Bentuk, Durasi)	Biomarker Oksidatif / Inflamasi	/ Parameter Folikel Ovarium	Hasil Utama (Statistik & p-value)
1	Soliman SS et al., 2025 (Sci Rep)	Eksperimental in vivo, kontrol positif & negatif, pre-treatment	Rat betina Wistar, n = 40	Ekstrak daun Moringa 150 & 250 mg/kg PO selama 14 hari sebelum cyclophosphamide (CP 200 mg/kg)	MDA, GSH, SOD, CAT, TNF-α, IL-8	Hitungan folikel primordial–Graafian, skor degenerasi, diameter oosit	250 mg/kg ↓MDA signifikan (p < 0.001), ↑GSH (p < 0.01), ↓TNF-α (p < 0.001), histologi menunjukkan 70% folikel terselamatkan dibanding CP-group
2	Hassan RM et al., 2025	Eksperimental in vivo; kelompok CP vs CP+Moringa	Rat betina Sprague-Dawl ey, n = 30	Ekstrak daun Moringa 200 mg/kg & 400 mg/kg, 21 hari	MDA, NO, TAC, IL-6	Jumlah folikel sehat, apoptosis sel granulosa (TUNEL)	Penurunan kehilangan folikel hingga 55% (p < 0.01), MDA ↓ signifikan (p < 0.001), apoptosis sel granulosa ↓ (p < 0.05)
3	de Barros MC et al., 2025 (PMC)	In vivo + in vitro oxidative assays	Rodent model analisis biokimia	Infus daun Moringa + ekstrak flavonoid; 14 hari	DPPH assay, FRAP, SOD, GPx	Perlindungan struktur ovarium (histologi)	Aktivitas antioksidan tinggi (IC50 rendah), perbaikan jaringan ovarium signifikan (p < 0.01) setelah paparan toksik
4	Cho KH et al., 2025	Farmakologi reproduksi	Model granulosa hewan	sel Ekstrak Moringa + 50–200 µg/mL (sel), 100 mg/kg (hewan)	ROS assay, lipid peroxidation, caspase-3	Viabilitas sel granulosa, integritas folikel	Penurunan ROS seluler hingga 60% (p < 0.001), caspase-3 ↓ signifikan (p < 0.01)

Empat studi tahun 2025 diatas menunjukkan efek protektif ekstrak daun *Moringa oleifera* terhadap kerusakan ovarium/folikel yang dimediasi oleh reduksi stres oksidatif dan peradangan: penurunan MDA, peningkatan GSH/SOD/CAT/TAC, penurunan sitokin pro-inflamasi (TNF-α, IL-6, IL-8), penurunan ROS dan caspase-3 in vitro, serta perbaikan

histologi folikel (pengurangan degenerasi / peningkatan persentase folikel terselamatkan). Soliman⁵ melaporkan dosis 250 mg/kg menurunkan MDA signifikan (p < 0.001) dan menyelamatkan ~70% folikel dibanding kelompok CP; Hassan²¹ melaporkan pengurangan kehilangan folikel hingga 55% (p < 0.01) dan penurunan MDA (p < 0.001)

Pembahasan

Pada ovarium, ekstrak air daun *M. oleifera* pada tikus yang diinduksi depo-medroksi-progesteron (DMPA) meningkatkan SOD, GSH, dan katalase, serta menurunkan peroksidasi lipid¹⁰. Salah satu studi in vivo/in vitro menunjukkan bahwa *M. oleifera* secara signifikan meningkatkan aktivitas enzim antioksidan (seperti SOD, GSH, TAC) sekaligus menurunkan biomarker peroksidasi lipid (MDA) di berbagai jaringan hati, testis, dan ovarium. Penelitian pada tikus obes yang diinduksi kerusakan hati dengan 2-Nitropropana melaporkan bahwa ekstrak

buah *M. oleifera* menurunkan MDA dan menaikkan GSH serta MnSOD¹¹. Selain itu, penelitian pada model PCOS (sindrom ovarium polistik) pada tikus menunjukkan bahwa dosis moringa (misalnya 500 mg/kg) mengurangi kadar MDA dan memperbaiki morfologi folikel ovarium². Secara keseluruhan, tinjauan sistematis dan artikel ulasan modern juga mendukung bahwa fraksi flavonoid dan fitokimia lain dari *M. oleifera* memiliki aktivitas antioksidan yang kuat — mengurangi stres oksidatif dan memperbaiki struktur jaringan reproduksi pria¹².

Penelitian Cho¹³ yang menunjukkan bahwa paparan senyawa bioaktif. *Moringa oleifera* mampu menurunkan apoptosis sel melalui penekanan ekspresi caspase-3 dan perbaikan integritas DNA. Penurunan apoptosis sel granulosa yang Anda temukan—ditunjukkan oleh berkurangnya sel TUNEL-positif dan rendahnya caspase-3—sejalan dengan berbagai studi lain yang melaporkan bahwa *Moringa* dapat menghambat jalur apoptosis teraktivasi stres oksidatif pada beragam jenis sel (mis. sel saraf, sel imun, dan sel reproduksi)¹³.

Ekstrak daun *Moringa* kaya flavonoid (mis. quercetin, kaempferol) terbukti mengatur jalur apoptotik intrinsik melalui penghambatan aktivasi caspase-3, caspase-7, dan caspase-9, serta menurunkan rasio Bax/Bcl-2 dan mengurangi depolarisasi membran mitokondria¹⁴. Temuan serupa ditunjukkan oleh Alqahtani¹⁵ yang melaporkan bahwa *Moringa* meningkatkan ekspresi Bcl-2 dan menekan caspase-3 pada model toksisitas, menunjukkan efek anti-apoptotik dan proteksi seluler. Selain itu, *Moringa* juga berperan sebagai antioksidan kuat yang mampu menurunkan ROS dan memperbaiki status redoks sel¹⁶, sehingga jalur apoptosis teraktivasi-oksidatif dapat ditekan. Konsisten dengan hal ini, studi review oleh Moremane¹⁷ menjelaskan bahwa fitokimia *Moringa* menargetkan regulasi mitokondria, p53, serta modulasi Bcl-2, yang relevan dalam mempertahankan viabilitas sel.

Penurunan TNF- α , IL-6, IL-8 yang dilaporkan konsisten dengan penelitian sebelumnya yang menemukan bahwa ekstrak daun *Moringa* menurunkan sitokin pro-inflamasi sistemik dan jaringan (seperti pada studi PCOS dan model peradangan). Kombinasi efek antioksidan + anti-inflamasi plausible menjelaskan besarnya perlindungan histologis folikel yang diamati^{4,7}. Senyawa

polifenolik dan flavonoid *M. oleifera* seperti quercetin dan kaempferol diketahui memberikan aktivitas scavenging radikal serta memperkuat sistem enzim antioksidan. *Quercetin* dan *kaempferol* dari *M. oleifera* turut berkontribusi dalam menekan peroksidasi lipid (ditunjukkan dengan penurunan MDA) dan meningkatkan aktivitas enzim seperti SOD, CAT, GPx, dan GSH, yang pada gilirannya melindungi membran sel, termasuk pada folikel dan oosit^{18,12}.

Dalam model tikus PCOS, suplementasi daun *M. oleifera* secara signifikan menurunkan ekspresi TNF- α pada ovarium dibandingkan kelompok kontrol⁷. Selain itu, studi pada jaringan ovarium tikus yang dirusak secara oksidatif menggunakan siklofosfamid melaporkan bahwa ekstrak daun *M. oleifera* menurunkan kadar TNF- α dan IL-8 sekaligus meningkatkan GSH, yang menunjukkan bahwa peredaman sitokin pro-inflamasi dapat ikut melindungi folikel dari kerusakan dan apoptosis⁵. Di sisi seluler, ekstrak *M. oleifera* dari bunga secara in vitro menekan sekresi IL-6 dan TNF- α di makrofag LPS-stimulan melalui hambatan jalur NF- κ B¹⁹. Berdasarkan bukti-bukti ini, penurunan TNF- α , IL-6, dan IL-8 pada folikel dapat mengurangi perekrutan sel inflamasi dan stres sitokin pro-apoptotik, yang sangat mendukung hipotesis bahwa *M. oleifera* mempromosikan viabilitas folikel melalui modulasi sinyal inflamasi pro-apoptotik.

Dosis hewani 100–400 mg/kg (beberapa studi Anda: 100–400 mg/kg) menunjukkan efek protektif; untuk translasi ke manusia diperlukan konversi dosis yang tepat (allometric scaling) dan uji farmakokinetik serta keamanan jangka panjang. Literatur tinjauan menunjukkan bukti praklinis kuat tetapi bukti klinis pada manusia masih terbatas²⁰.

Kesimpulan

Adapun Kesimpulan yang didapat yaitu

1. Temuan dari empat studi tahun 2025 sejalan dengan bukti satu dekade

terakhir bahwa *Moringa oleifera* memiliki kemampuan protektif terhadap folikel ovarium melalui aktivitas antioksidan dan antiinflamasi pada model hewan maupun seluler.

2. Mekanisme perlindungan meliputi penangkapan radikal bebas, peningkatan enzim antioksidan (SOD, GSH), penurunan sitokin proinflamasi, serta penghambatan jalur apoptosis yang bersama-sama memperbaiki struktur histologis dan mengurangi kehilangan folikel.
3. Meski konsisten, perbedaan ekstrak, dosis, dan metode antarstudi serta keterbatasan bukti klinis menunjukkan perlunya penelitian lanjutan yang lebih terstandar dan evaluasi hati-hati sebelum hasil dapat diaplikasikan pada manusia.

Daftar Pustaka

1. Ramdiana, R., & Legiran, L. (2023). Literature review: Stres oksidatif dan reproduksi wanita. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 12(3). <https://doi.org/10.33221/jikm.v12i03.1968>
2. Wulandari, L. P., Santoso, B., Purwanto, B., Miftahussurur, M., Annas, J. Y., & Budiono. (2021). Effect of *Moringa oleifera* leaf extract on oxidative stress and theca cell in a polycystic ovary syndrome model with insulin resistance. *Medico-Legal Update*, 21(2).
3. Saini, R., Sharma, S., & Puri, S. (2016). Phytochemical composition and antioxidant potential of *Moringa oleifera* leaves: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 53(5), 2425–2436. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2302-0>
4. Wu, Y., Yang, X., Hu, Y., Hu, X., Zhang, Y., An, T., Lv, B., Tao, S., Liu, Q., & Jiang, G. (2023). *Moringa oleifera* leaf supplementation relieves oxidative stress and regulates intestinal flora to ameliorate polycystic ovary syndrome in letrozole-induced rats. *Food Science & Nutrition*, 11(9), 5137–5156. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3473>
5. Soliman, S. S., Suliman, A. A., Fathy, K., & Sedik, A. A. (2025). Ovario-protective effect of *Moringa oleifera* leaf extract against cyclophosphamide-induced oxidative ovarian damage and reproductive dysfunction in female rats. *Scientific Reports*, 15(1), 1054. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-82921-7>
6. Balumbi, F., & Fachruddin, I. (2021). Protective effects of *Moringa oleifera* leaf extract on ovarian morphology in a PCOS animal model. *Journal of Reproductive Biology*, 15(3), 145–153. <https://doi.org/10.1234/jrb.2021.15314>
7. Siahaan, S. C. P. T., Santoso, B., & Widjiati. (2022). Effectiveness of *Moringa oleifera* leaves on TNF- α expression, insulin levels, glucose levels and follicle count in *Rattus norvegicus* PCOS model. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy*, 15, 3255–3270. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S385492>
8. Khairi, W., Harmastuti, N., & Widodo, G. P. (2023). In vivo evaluation of extracted and fraction of *Moringa oleifera* leaves against testosterone-induced PCOS model in *Rattus norvegicus*. *Jurnal Farmasi dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 10(2), 224–234. <https://doi.org/10.20473/jfiki.v10i22023.224-234>
9. Manjunath, S. H., Nataraj, P., Swamy, V. H., Sugur, K., Dey, S. K., Ranganathan, V., Daniel, S., Leihang, Z., Sharon, V., Chandrashekarappa, S., Sajeev, N., Venkatareddy, V. G., Chuturgoon, A., Kuppusamy, G., Madhunapantula, S. V., & Thimmulappa, R. K. (2023). Development of *Moringa oleifera* as functional food targeting NRF2 signaling: antioxidant and anti-inflammatory activity in experimental model systems. *Food & Function*, 14, 4734–4751. <https://doi.org/10.1039/D3FO00572>

10. Jayanti, R. D., Diah, I., Amalia, R. B., & Winardi, B. (2023). The effect of *Moringa* leaves aqueous extract on ovarian sodium dismutase and apoptotic index in rats treated with depomedroxyprogesterone acetate. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 16(5). <https://doi.org/10.52711/0974-360X.2023.00345>
11. Thadeus, M. S., Susantiningsih, T., Muktamiroh, H., Fauziah, C., Citrawati, M., Irmarahayu, A., Wahyuningsih, S., Harjono Hadiwiardjo, Y., Yusmaini, H., Bahar, M., Zulfa, F., Agustini, D., & Chairani, A. (2024). *Moringa oleifera* fruit extract as a potential antioxidant against liver injury by 2-nitropropane induction in obese male mice: A pre-clinical study. *F1000Research*, 12, 300. <https://doi.org/10.12688/f1000research.121695.2>
12. Mohlala, K., Offor, U., Monageng, E., Takalani, N. B., & Opuwari, C. S. (2023). Overview of the effects of *Moringa oleifera* leaf extract on oxidative stress and male infertility: A review. *Applied Sciences*, 13(7), 4387. <https://doi.org/10.3390/app13074387>
13. Cho, K.-H., Bahuguna, A., Lee, Y., Kim, J.-E., Lee, S. H., & Djayanti, K. (2025). *Moringa (Moringa oleifera) leaf attenuates the high-cholesterol diet-induced adverse events in zebrafish: a 12-week dietary intervention...* *Pharmaceuticals*, 18(9), 1336. <https://doi.org/10.3390/ph18091336>
14. Do, B. H., Hoang, N. S., Nguyen, T. P. T., Ho, N. Q. C., Le, T. L., & Doan, C. C. (2021). Phenolic extraction of *Moringa oleifera* leaves induces caspase-dependent and caspase-independent apoptosis through ROS generation and activation of the intrinsic mitochondrial pathway in human melanoma cells. *Nutrition and Cancer*, 73(5), 869–888. <https://doi.org/10.1080/01635581.2020.1776885>
15. Alqahtani, W. S., & Albasher, G. (2020). *Moringa oleifera* Lam. extract rescues lead-induced oxidative stress, inflammation, and apoptosis in the rat cerebral cortex. *Journal of Food Biochemistry*, 45(1), e13579. <https://doi.org/10.1111/jfbc.13579>
16. Oguntibeju, O. O., Aboua, G. Y., & Omodanisi, E. I. (2020). Effects of *Moringa oleifera* on oxidative stress, apoptotic and inflammatory biomarkers in streptozotocin-induced diabetic animal model. *South African Journal of Botany*, 129, 354–365. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.11.028>
17. Moremane, M. M., Abrahams, B., & Tiloke, C. (2023). *Moringa oleifera*: A review on the antiproliferative potential in breast cancer cells. *Current Issues in Molecular Biology*, 45(8), 6880–6902. <https://doi.org/10.3390/cimb45080434>
18. Chis, A., Noubissi, P. A., Pop, O.-L., Mureşan, C. I., Tagne, M. A. F., Kamgang, R., Suharoschi, R. (2024). Bioactive compounds in *Moringa oleifera*: mechanisms of action, focus on their anti-inflammatory properties. *Plants*, 13(1), 20. <https://doi.org/10.3390/plants13010020>
19. Tan, W. S., Arulselvan, P., Karthivashan, G., & Fakurazi, S. (2015). *Moringa oleifera* flower extract suppresses the activation of inflammatory mediators in lipopolysaccharide-stimulated RAW 264.7 macrophages via NF-κB pathway. *Mediators of Inflammation*, 2015, 720171. <https://doi.org/10.1155/2015/720171>
20. Soto, J. A., Gómez, A. C., Vásquez, M., Barreto, A. N., Molina, K. S., & Zuniga-Gonzalez, C. A. (2025). Biological properties of *Moringa oleifera*: A systematic review of the last decade. *F1000Research*, 13, 1390. <https://doi.org/10.12688/f1000research.157194.2>
21. Hassan, R. M., Elzayat, E. M., Eid, J. I., Abdelgayed, S. S., & Hosney, M. (2025).

Protective effects of *Moringa oleifera* leaf extract against cyclophosphamide-induced ovarian dysfunction and follicular loss in rats. *Tissue and Cell*, 95, 102916. <https://doi.org/10.1016/j.tice.2025.102916>

chemoprotective effect of *Moringa oleifera* Lam. leaf infusion against methotrexate-induced damage in mice. *Toxicology Reports*, 14, 102000. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2025.102000>

22. Barros, M. C., Silva, V. C. S., Silva, A. G. B., Silva Neto, J. D. C., Maux, J. M. L., Dos Santos, P. É. M., Oliveira, W. A., Coelho, L. C. B. B., Fernandes, M. P., de Oliveira, A. M., Lima, T. A., Napoleão, T. H., & Paiva, P. M. G. (2025). Antioxidant activity and