

MINI REVIEW: *Citrus sinensis* SEBAGAI BIOREDUKTOR DALAM GREEN SYNTHESIS NANOPARTIKEL

MINI REVIEW: *Citrus sinensis* AS A BIOREDUCTOR IN GREEN SYNTHESIS OF NANOPARTICLES

Irfan Ashari Hiyahara*, Noor Hindryawati, Husna Syaima, Muhammad Marion Akbar, Nur Fadhilah Duratulhikmah, Narundana Perdana Putra, Siti Aprilia Wulandari, Zarra Udyani Larasati, Rahayuningsih, Isah Waliah Indriani.

Laboratorium Kimia Anorganik Jurusan Kimia FMIPA Universitas Mulawarman
Jalan Barong Tongkok No.4 Kampus Gunung Kelua, Samarinda, Indonesia

*Corresponding Author, email: hiyahara@gmail.com

Received: 28 February 2023, Accepted: 7 Maret 2023

ABSTRACT

Green synthesis is an eco-friendly approach that provides a viable alternative to traditional physical and chemical methods for the production of nanoparticles. This technique employs non-toxic and safe materials, such as plants, microorganisms, algae, bacteria, yeast, and fungi, to generate stable and less toxic nanoparticles. *Citrus sinensis*, commonly known as sweet orange, is a plant that contains various active compounds. These bioactive compounds can be extracted and used as bioreductants in green synthesis of nanoparticles. This mini review aimed to provide an overview of the current state of research on the utilization of *Citrus sinensis* as a bioreductant in the production of nanoparticles. A systematic search strategy was employed to identify research articles that met the criteria of discussing green synthesis of nanoparticles with *Citrus sinensis* as a bioreductant. The nanoparticles produced using *Citrus sinensis* extract can be either metal nanoparticles or metal oxide nanoparticles. The review highlights the distribution of nanoparticles produced with *Citrus sinensis* extract, their applications, and the extraction process of *Citrus sinensis* commonly employed in green synthesis of nanoparticles. Hopefully this review serves as a useful reference for researchers and practitioners who are interested in employing the *Citrus sinensis* plant as a bioreductant in the green synthesis of nanoparticles.

Keywords: *Citrus sinensis, Green Synthesis, Nanoparticles, Extraction.*

PENDAHULUAN

Green synthesis atau sintesis hijau nanopartikel merupakan alternatif yang lebih ramah lingkungan daripada metode fisik dan kimia. Metode ini melibatkan penggunaan bahan-bahan non-toksik dan aman, seperti mikroba, tumbuhan, alga, bakteri, ragi, dan jamur, dan menghasilkan nanopartikel yang lebih stabil dan kurang beracun. Metode ini sederhana, murah, mudah untuk dikarakterisasi, dan memiliki probabilitas kegagalan yang lebih rendah, sehingga menjadi pilihan menarik bagi para peneliti dan industri yang ingin mengurangi dampak lingkungan dari sintesis nanopartikel [1]

Tumbuhan sering digunakan untuk sintesis nanopartikel karena biaya produksinya rendah, mudah diproduksi, dan dampak lingkungannya minimal. Ekstrak tanaman dari berbagai bagian tanaman digunakan dan mengandung zat aktif

seperti antioksidan (*methylxanthines, phenolic acids, flavonoids*, dan *saponins*) yang membuat radikal bebas dan spesies oksigen reaktif tidak berbahaya sehingga efektif sebagai bioreduktor dan stabilizer [2].

Citrus sinensis atau lebih dikenal sebagai jeruk manis termasuk dalam genus *Citrus* dan famili *Rutaceae*. Buah jeruk adalah sumber kaya molekul bioaktif, termasuk flavonoid, alkaloid, kumarin, limonoid, karotenoid, asam fenolik, dan minyak esensial. Kulit dan permukaan luar buah jeruk umumnya kaya akan senyawa polifenolik yang melindungi terhadap sinar UV dan IR dari matahari serta infeksi mikroba [3]. Kandungan bioaktif dari *Citrus sinensis* dapat diekstrak dan dimanfaatkan sebagai bioreduktor dalam *green synthesis* nanopartikel. Dengan mengetahui metode preparasi ekstrak yang tepat dapat memaksimalkan jumlah

kandungan bioaktif yang terekstrak dari *Citrus sinensis*.

Mini review ini dilakukan untuk menggambarkan bagaimana perkembangan studi yang menggunakan *Citrus sinensis* sebagai bioreduktor untuk menghasilkan nanopartikel. Review ini diharapkan secara umum dapat menjawab pertanyaan bagaimana distribusi nanopartikel yang sudah dihasilkan dengan ekstrak *Citrus sinensis* dan aplikasinya serta bagaimana proses ekstraksi *Citrus sinensis* yang sering dilakukan.

Penulis terinspirasi pada beberapa review yang fokus untuk menjelaskan penggunaan tumbuhan tertentu sebagai bioreduktor untuk menghasilkan nanopartikel secara *green synthesis*. Beberapa tumbuhan yang telah ditinjau adalah *Azadirachta indica* [4], *Ficus carica* [5], *Moringa oleifera* [6], dan *Musa Balbisiana* [7]. Setelah melakukan pencarian, penulis menemukan bahwa masih kurang review yang fokus membahas tumbuhan Citrus sinensis. Hal tersebut mendorong kami untuk menulis review yang fokus pada tumbuhan *Citrus sinensis* sebagai bioreduktor dalam *green synthesis* nanopartikel. Review ini diharapkan dapat menjadi rujukan untuk praktisi atau peneliti yang ingin memanfaatkan tumbuhan Citrus sinensis sebagai bioreduktor.

METODOLOGI PENELITIAN

Penulis menggunakan strategi pencarian sistematis untuk mengidentifikasi artikel yang relevan untuk dimasukkan dalam review ini. Pada tanggal 18 oktober 2022, penulis melakukan pencarian pada suatu basis data elektronik yaitu ScienceDirect dengan menggunakan operator Boolean untuk mengoptimalkan proses pencarian. Kriteria artikel yang memenuhi syarat adalah artikel penelitian yang membahas tentang *green synthesis* nanopartikel dengan *Citrus sinensis* sebagai bioreduktor. Nanopartikel yang dihasilkan boleh berupa nanopartikel logam atau oksida logam. Penulis secara independen mengevaluasi artikel-artikel yang dipilih untuk memastikan kelayakan mereka, dan mengeluarkan artikel yang tidak memenuhi kriteria yang ditentukan.

Kombinasi dari kata kunci dan operator Boolean yang relevan, termasuk "Green Synthesis," "Citrus Sinensis," AND "Nanoparticles" digunakan dalam pencarian di basis data elektronik. Proses tinjauan melibatkan penyaringan yang teliti terhadap judul dan abstrak artikel-artikel, dan artikel-artikel yang memenuhi kriteria diunduh untuk analisis lebih lanjut. Pada awalnya teridentifikasi sebanyak 164 artikel setelah memasukkan kata kunci. Setelah

penyaringan judul dan abstrak, penulis mendapatkan 20 artikel. Artikel-artikel tersebut kemudian diunduh dan dianalisis lebih lanjut sehingga pada akhirnya didapatkan 13 artikel yang memenuhi syarat yang akan dimasukkan kedalam review.

Semua data dan informasi yang diperoleh dari artikel-artikel yang memenuhi syarat dikelompokkan ke dalam dua kelompok utama, yaitu informasi umum dan metode preparasi ekstrak. Kelompok informasi umum terdiri atas data nama penulis pertama, tahun terbit, jenis nanopartikel, dan aplikasi. Kelompok metode preparasi ekstrak terdiri atas data bagian tumbuhan yang diambil, metode persiapan ekstrak, metode pengeringan, metode ekstraksi, pelarut ekstraksi, massa tumbuhan/100 mL pelarut ekstraksi, suhu ekstraksi (°C), lama pemanasan, metode penyaringan, material penyaring, perlakuan setelah ekstrak dipreparasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Informasi Umum

Setelah dilakukan pencarian dan penyaringan diperoleh 13 artikel [8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20] yang sesuai dengan kriteria yaitu artikel yang membahas tentang *green synthesis* nanopartikel menggunakan *Citrus sinensis*. Berdasarkan Tabel 1, 13 artikel yang diperoleh diterbitkan pada rentang tahun 2012 hingga 2022. Tahun 2020 adalah tahun dengan jumlah artikel terbanyak [12, 13, 14, 15, 16, 17].

Tabel 1. Informasi Umum

Nama Penulis Pertama	Tahun	Nanopartikel	Aplikasi
Logeswari [8]	2012	Ag	Antibakteri
Annu [9]	2017	Ag	Antimikroba dan Antioksidan
Nava [10]	2017	ZnO	Fotokatalisis <i>Methylene Blue</i>
Anwar [11]	2019	Ag	Antimikroba dan Katalis
Amanulla [12]	2019	TiO ₂	Antibakteri dan Sensor Kelembaban
Jahan [13]	2020	CuO	Antibakteri
Fall [14]	2020	TiO ₂	Tanpa aplikasi

Gao [15]	2020	ZnO	Antibakteri
Sharanappa [16]	2020	Ag	Antibakteri
Wicaksono [17]	2020	Au	Sensor Formaldehida
Yashni [18]	2021	ZnO	Fotokatalis Congo Red dari limbah tekstil
Chen [19]	2022	Ag	Antioksidan, Efek Anti Karsinoma
Gao [20]	2022	Au	Antiinflamasi

Dilihat dari Tabel 1, nanopartikel yang disintesis yaitu berupa logam dan oksida logam. nanopartikel logam yang disintesis ialah nanopartikel perak (Ag) dan nanopartikel emas (Au), sedangkan oksida logam yang disintesis ialah nanopartikel ZnO, nanopartikel TiO₂, dan nanopartikel CuO. Dari 13 artikel, nanopartikel yang paling banyak disintesis ialah nanopartikel perak (Ag) dengan jumlah 5 artikel [8,9,11,16,19].

Berdasarkan referensi yang telah digunakan, mengacu pada Tabel 1, nanopartikel perak (Ag) dapat diaplikasikan sebagai antibakteri, antioksidan, antikanker, dan katalis. Nanopartikel emas (Au) diaplikasikan sebagai antiinflamasi dan sebagai sensor deteksi senyawa formaldehid. Nanopartikel ZnO digunakan sebagai antibakteri serta dimanfaatkan sebagai fotokatalis. Nanopartikel TiO₂ dimanfaatkan sebagai sensor kelembaban, dan antibakteri. Nanopartikel CuO dimanfaatkan sebagai antibakteri. Aplikasi nanopartikel logam dan oksida logam yang paling banyak digunakan yaitu sebagai antibakteri. 7 dari 13 artikel yang diperoleh menggunakan nanopartikel sebagai antibakteri [8,9,11,12,13,15,16]

Preparasi Ekstrak

Berdasarkan data yang tercantum pada Tabel 2, berbagai bagian dari tanaman, seperti daun, kulit dan buah dapat digunakan untuk menghasilkan ekstrak. Di antara bagian-bagian tersebut, kulit adalah yang paling umum digunakan [8,9,10,11,12,14,15,16,17,18,20]. Proses persiapan ekstrak melibatkan empat tahap utama, yaitu pencucian, pengeringan, ekstraksi, dan penyaringan. Terdapat tiga metode pengeringan yang umum digunakan, yaitu pengeringan dengan *air dried*, pengeringan *shade dried*, dan pengeringan dengan

oven. Pada beberapa referensi ada yang tidak melakukan pengeringan. Selain itu ada juga yang setelah pengeringan dijadikan bubuk terlebih dahulu atau dipotong kecil kecil.

Dari 13 artikel yang memenuhi syarat dalam review sistematis ini, semuanya menggunakan air sebagai pelarut dalam proses ekstraksi. Berdasarkan Tabel 2, Beberapa metode ekstraksi yang dapat digunakan adalah metode pemanasan dengan pengadukan, sonikasi, dan pengadukan (tanpa pemanasan). Metode ekstraksi yang utamanya digunakan adalah metode pemanasan (disertai pengadukan) [8,9,10,11,12,14,15,16,18]. Untuk parameter massa tumbuhan dalam 100 mL pelarut dan suhu ekstraksi, massa tumbuhan dan suhu yang digunakan cukup bervariasi. Adapun untuk parameter lama pemanasan, kebanyakan proses ekstraksi dengan pemanasan dilakukan 1 jam [10,14,15,18].

Tabel 2. Preparasi Ekstrak

Parameter	Kategori	Referensi
Bagian tumbuhan yang diambil	Daun	[19]
	Kulit	[8,9,10,11,12,14,15,16,17,18,20]
	Buah	[13]
Metode persiapan ekstrak	Dicuci-diekstrak-disaring	[8,14]
	Dicuci-dikeringkan-diekstrak-disaring	[9,10,16]
	Dicuci-dikeringkan-dijadikan bubuk-diekstrak-disaring	[18,19,20]
	Dicuci-dikeringkan-dipotong kecil kecil-diekstrak-disaring	[11,12,13,15]
	Dicuci-dipotong-	[17]

	diekstrak- disaring		Kain	[19]
Metode pengeringan	<i>Air dried</i>	[9,16]	Perlakuan setelah ekstrak dipreparasi	[9,13,15,16,18,20]
	<i>Shade dried</i>	[19]		
	Oven	[10,18,20]	Langsung digunakan	[8,12,14,17,19]
Metode ekstraksi	Pemanasan dengan pengadukan	[8,9,10,11,12,14,15,16,18]	Disimpan dalam argon atmosfer	[10]
	Sonikasi	[20]		
	Pengadukan tanpa pemanasan	[17,19]		
Pelarut ekstraksi	Air	[8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19]		
	Metanol dan Air	[20]		
Massa tumbuhan/ 100 mL pelarut ekstraksi	< 10 mg	[11,12,15,16]		
	10 mg	[19,20]		
	> 10 mg	[8,9,10,14,18]		
Suhu ekstraksi (°C)	< 80	[9,10,11,18]		
	80	[15]		
	100 (didihkan)	[8,12,14,16]		
Lama pemanasan	< 1 jam	[12]		
	1 jam	[10,14,15,18]		
	> 1 jam	[9,16]		
Metode penyaringan	Penyaringan tanpa sentrifugasi	[9,10,11,12,14,17,18]		
	Penyaringan ditambah sentrifugasi	[13,15]		
Material penyaring	Kertas <i>Whatman</i>	[9,10,12,13,14]		

Pada tahap penyaringan, metode yang bisa digunakan adalah penyaringan biasa tanpa sentrifugasi dan penyaringan ditambah sentrifugasi. Diantara kedua metode tersebut yang lebih sering dilakukan adalah penyaringan biasa tanpa sentrifugasi [9,10,11,12,14,17,18]. Penyaringan biasa ini dilakukan dengan material penyaring utamanya dengan kertas *Whatman* No.1 [9,10,12,13,14]. Setelah disaring akhirnya didapatkan ekstrak tumbuhan *Citrus sinensis*. Ekstrak yang telah dipreparasi bisa langsung digunakan atau disimpan di kulkas.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan pencarian dan penyaringan diperoleh 13 artikel yang sesuai dengan kriteria yaitu artikel yang membahas tentang *green synthesis* nanopartikel menggunakan *Citrus sinensis*. Nanopartikel yang disintesis yaitu berupa logam dan oksida logam. nanopartikel logam yang disintesis ialah nanopartikel perak (Ag) dan nanopartikel emas (Au), sedangkan oksida logam yang disintesis ialah nanopartikel ZnO, nanopartikel TiO₂ dan nanoaprtikel CuO. Nanopartikel yang paling banyak disintesis ialah nanopartikel perak (Ag). Aplikasi nanopartikel logam dan oksida logam yang paling banyak digunakan yaitu sebagai antibakteri dimana 7 dari 13 artikel yang diperoleh menggunakan nanopartikel sebagai antibakteri.

Berdasarkan 13 artikel, kulit dari *Citrus sinensis* adalah yang paling umum digunakan dibandingkan bagian tumbuhan lainnya. Proses persiapan ekstrak melibatkan empat tahap utama, yaitu pencucian, pengeringan, ekstraksi, dan penyaringan. Terdapat tiga metode pengeringan yang umum digunakan, yaitu pengeringan dengan *air dried*, pengeringan *shade dried*, dan pengeringan dengan oven. Metode ekstraksi yang paling sering dilakukan adalah pemanasan dengan pengadukan dengan menggunakan pelarut Air. Setelah ekstraksi direkomendasikan penyaringan biasa tanpa sentrifugasi dengan menggunakan kertas *Whatman*.

Ekstrak yang dihasilkan bisa langsung digunakan sebagai bioreduktor atau disimpan di kulkas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada semua pihak yang membantu terwujudnya artikel ini. Terima kasih kepada dosen dan mahasiswa angkatan 2019 yang tergabung dalam KBK Kimia Anorganik Jurusan Kimia FMIPA Unmul.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nair, G. M., Sajini, T., & Mathew, B. (2022). Advanced green approaches for metal and metal oxide nanoparticles synthesis and their environmental applications. In *Talanta Open* (Vol. 5). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.talo.2021.100080>
- [2] Zeghoud, S., Hemmami, H., ben Seghir, B., ben Amor, I., Kouadri, I., Rebiai, A., Messaoudi, M., Ahmed, S., Pohl, P., & Simal-Gandara, J. (2022). A review on biogenic green synthesis of ZnO nanoparticles by plant biomass and their applications. In *Materials Today Communications* (Vol. 33). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2022.104747>
- [3] Wedamulla, N. E., Fan, M., Choi, Y. J., & Kim, E. K. (2022). Citrus peel as a renewable bioresource: Transforming waste to food additives. In *Journal of Functional Foods* (Vol. 95). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.105163>
- [4] Patil, S. P., Chaudhari, R. Y., & Nemade, M. S. (2022). Azadirachta indica leaves mediated green synthesis of metal oxide nanoparticles: A review. In *Talanta Open* (Vol. 5). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.talo.2022.100083>
- [5] Patil, S. P. (2020). Ficus carica assisted green synthesis of metal nanoparticles: A mini review. In *Biotechnology Reports* (Vol. 28). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2020.e00569>
- [6] Tiloke, C., Anand, K., Gengan, R. M., & Chaturgoon, A. A. (2018). Moringa oleifera and their phytonanoparticles: Potential antiproliferative agents against cancer. In *Biomedicine and Pharmacotherapy* (Vol. 108, pp. 457–466). Elsevier Masson SAS. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2018.09.060>
- [7] Chugh, R., & Kaur, G. (2022). A mini review on green synthesis of nanoparticles by utilization of Musa- balbisiana waste peel extract. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2022.11.189>
- [8] Logeswari, P., Silambarasan, S., & Abraham, J. (2015). Synthesis of silver nanoparticles using plants extract and analysis of their antimicrobial property. *Journal of Saudi Chemical Society*, 19(3), 311–317. <https://doi.org/10.1016/j.jscs.2012.04.007>
- [9] Annu, Ahmed, S., Kaur, G., Sharma, P., Singh, S., & Ikram, S. (2018). Fruit waste (peel) as bio-reductant to synthesize silver nanoparticles with antimicrobial, antioxidant and cytotoxic activities. *Journal of Applied Biomedicine*, 16(3), 221–231. <https://doi.org/10.1016/j.jab.2018.02.002>
- [10] Nava, O. J., Soto-Robles, C. A., Gómez-Gutiérrez, C. M., Vilchis-Nestor, A. R., Castro-Beltrán, A., Olivás, A., & Luque, P. A. (2017). Fruit peel extract mediated green synthesis of zinc oxide nanoparticles. *Journal of Molecular Structure*, 1147, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2017.06.078>
- [11] Anwar, Y., & Alghamdi, K. M. (2020). Imparting antibacterial, antifungal and catalytic properties to cotton cloth surface via green route. *Polymer Testing*, 81. <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2019.106258>
- [12] Amanulla, A. M., & Sundaram, R. (2019). ScienceDirect Green synthesis of TiO₂ nanoparticles using orange peel extract for antibacterial, cytotoxicity and humidity sensor applications. www.sciencedirect.com
- [13] Jahan, I., Erci, F., & Isildak, I. (2021). Facile microwave-mediated green synthesis of non-toxic copper nanoparticles using Citrus sinensis aqueous fruit extract and their antibacterial potentials. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 61. <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2020.102172>
- [14] Fall, A., Ngom, I., Bakayoko, M., Sylla, N. F., Elsayed Ahmed Mohamed, H., Jadvi, K., Kaviyarasu, K., & Ngom, B. D. (2019). Biosynthesis of TiO₂nanoparticles by using natural extract of Citrus sinensis. *Materials Today: Proceedings*, 36, 349–356. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.131>
- [15] Gao, Y., Xu, D., Ren, D., Zeng, K., & Wu, X. (2020). Green synthesis of zinc oxide nanoparticles using Citrus sinensis peel extract and application to strawberry preservation: A comparison study. *LWT*, 126. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109297>

- [16] Sharanappa, A., Shet, A. R., Patil, L. R., Hombalimath, V. S., & Kadapure, S. (2020). Biosynthesis of silver nanoparticles using citrus sinensis peel extract and their application as antibacterial agent. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*, 11(3), 4726–4732. <https://doi.org/10.26452/ijrps.v11i3.2762>
- [17] Wicaksono, W. P., Kadja, G. T. M., Amalia, D., Uyun, L., Rini, W. P., Hidayat, A., Fahmi, R. L., Nasriyanti, D., Leun, S. G. V., Ariyanta, H. A., & Ivandini, T. A. (2020). A green synthesis of gold–palladium core–shell nanoparticles using orange peel extract through two-step reduction method and its formaldehyde colorimetric sensing performance. *Nano-Structures and Nano-Objects*, 24. <https://doi.org/10.1016/j.nanoso.2020.100535>
- [18] Yashni, G., Al-Gheethi, A., Radin Mohamed, R. M. S., Dai-Viet, N. V., Al-Kahtani, A. A., Al-Sahari, M., Nor Hazhar, N. J., Noman, E., & Alkhadher, S. (2021). Bio-inspired ZnO NPs synthesized from Citrus sinensis peels extract for Congo red removal from textile wastewater via photocatalysis: Optimization, mechanisms, techno-economic analysis. *Chemosphere*, 281. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.130661>
- [19] Chen, F., Zheng, Q., Li, X., & Xiong, J. (2022). Citrus sinensis leaf aqueous extract green-synthesized silver nanoparticles: Characterization and cytotoxicity, antioxidant, and anti-human lung carcinoma effects. *Arabian Journal of Chemistry*, 15(6). <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2022.103845>
- [20] Gao, L., Mei, S., Ma, H., & Chen, X. (2022). Ultrasound-assisted green synthesis of gold nanoparticles using citrus peel extract and their enhanced anti-inflammatory activity. *Ultrasonics Sonochemistry*, 83. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2022.105940>