



---

# Sintesis hijau nanopartikel perak menggunakan biji *Moringa oleifera* dan aplikasinya untuk detoksifikasi air fotokatalitik antimikroba dan dimediasi sinar matahari

<https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.105290> ↗

Dapatkan hak dan konten ↗

---

## Highlight

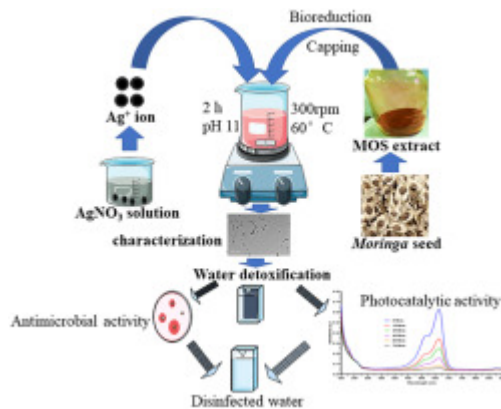
- Nanopartikel perak (AgNP) disintesis secara hayati menggunakan biji Kelor oleifera (MOS).
- MOS-AgNP menunjukkan aktivitas antimikroba yang sangat baik terhadap bakteri patogen.
- MOS-AgNP menunjukkan degradasi fotokatalitik pewarna organik yang efisien melalui cahaya matahari.

- MOS-AgNP menunjukkan potensi penghilangan timbal yang sangat baik dari air yang tercemar.
- MOS-AgNP mungkin merupakan kandidat yang sangat baik untuk desinfeksi air.

## Abstrak

Bakteri Escherichia coli dihilangkan dari air olahan dengan MOS-AgNP. Dalam kondisi serupa, MOS-AgNP hasil sintesis mempertahankan efisiensi fotokatalitiknya setelah 10 siklus fotokatalitik. Secara keseluruhan, temuan ini menunjukkan bahwa MOS-AgNP dapat menjadi agen antimikroba yang ampuh melawan patogen yang terbawa air serta agen yang menjanjikan dan ekonomis untuk digunakan dalam pengolahan limbah yang dihasilkan oleh proses pewarnaan industri.

## Abstrak Grafis



Unduh: [Unduh gambar resolusi tinggi \(154KB\)](#)

Unduh: [Unduh gambar ukuran penuh](#)

## Perkenalan

Pertumbuhan populasi dunia yang konsisten ditambah dengan industrialisasi dan urbanisasi telah menyebabkan peningkatan permintaan energi, bahan kimia, dan material [48]. Lebih jauh lagi, pembuangan limbah yang sangat tidak diinginkan ke lingkungan pasti disertai dengan kualitas sistem lingkungan yang lebih rendah, terutama reservoir akuatik [53]. Sementara industri tekstil memainkan peran penting dalam ekonomi global, industri ini juga berfungsi sebagai salah satu sumber polusi lingkungan terbesar [6]. Memang, air limbah yang dilepaskan dari industri tekstil secara luas dilaporkan menjadi perhatian serius bagi lingkungan, terutama bagi habitat akuatik dan terestrial [22]. Oleh karena itu, ada kebutuhan mendesak untuk pendekatan yang mudah, layak secara ekonomi, dan ramah lingkungan untuk menghilangkan pewarna organik dari air limbah.

Salah satu masalah utama dalam pengolahan air adalah penghilangan polutan beracun. Pewarna organik dari industri tekstil merupakan salah satu polutan utama yang berdampak pada sistem perairan. Pewarna organik ini tak terelakkan dilepaskan ke lingkungan, yang menyebabkan toksisitas serius bagi tumbuhan dan hewan [37]. Polutan pewarna organik, termasuk metilen biru, merah Kongo, dan 4-nitrofenol, tidak dapat terdegradasi karena strukturnya yang kompleks (Gbr. 1) dan oleh karena itu dapat menyebabkan pencemaran jangka panjang pada sistem perairan [65]. Kontaminan mikrobiologis merupakan polutan utama lainnya dalam air, dan masalah kesehatan serius dapat terjadi ketika terjadi penularan patogen bakteri dan virus secara terus-menerus ke dalam air. Misalnya, penyakit yang ditularkan melalui air terutama disebabkan oleh konsumsi air atau makanan yang terkontaminasi mikroba yang telah terkontaminasi silang dengan mikroba selama pencucian [25]. Oleh karena itu, praktik ramah lingkungan sangat dibutuhkan untuk degradasi katalitik polutan organik dan disinfeksi air. Baru-baru ini, nanopartikel biogenik telah digunakan secara efisien untuk membasmi berbagai pewarna organik dan patogen bakteri dari air [61].

Nanoteknologi merupakan bidang ilmiah yang berkembang pesat dan mencakup beragam aplikasi, mulai dari kedokteran hingga aeronautika, dari peternakan hingga farmasi molekuler [58]. Nanopartikel logam memiliki sifat unik terkait ukuran dan bentuk yang membuatnya sangat menarik untuk digunakan dalam material katalitik, penginderaan, optik, dan antibakteri [54]. Di antara nanopartikel logam, nanopartikel perak (AgNP) telah terbukti memiliki aktivitas fotokatalitik, antioksidan, dan antimikroba yang tinggi [21].

AgNP telah digunakan sebagai agen antimikroba terhadap berbagai bakteri Gram positif dan negatif [28]. Beberapa patogen bakteri menghasilkan gen resistensi antibiotik karena penggunaan antibiotik dan nanopartikel telah disarankan sebagai pengganti antibiotik tradisional karena sifat antimikrobanya yang luar biasa [24].

Berbagai metode kimia dan fisika yang digunakan untuk mensintesis AgNP tidak hemat biaya. Selain itu, metode kimia yang digunakan untuk mensintesis AgNP seringkali menghasilkan berbagai zat toksik yang menimbulkan risiko ekologis [64]. Oleh karena itu, perlu dikembangkan proses alternatif yang aman bagi lingkungan dan berkelanjutan [19]. Dalam beberapa tahun terakhir, sintesis AgNP menggunakan kimia hijau untuk mengurangi penggunaan dan pembentukan zat toksik telah mendapatkan perhatian yang cukup besar [57].

In recent decades, various biomimetic processes have been evaluated for their ability to synthesize AgNPs [13]. Although microbes are widely used to synthesize nanoparticles, they have some limitations, including difficulty preserving microbial strains, difficulty maintaining aseptic conditions and high culture media preparation costs. However, the use of plants to synthesize nanoparticles has recently emerged as an alternative to avoid the limitations associated with generating nanoparticles using microbes. At present, various plants such as *Laminaria japonica*, *Taxus baccata*, *Fritillaria* flower, *Trifolium resupinatum*, *Solanum melongena*, and *Aloevera* are used for green synthesis of AgNPs [46]. It was recently shown that *Gallnut* extract mediated AgNPs composite contained reduced nitrophenol (76.5%) relative to a control. Moreover, synthesized AgNPs have shown excellent antimicrobial activity against *E. coli* and *Staphylococcus aureus* [11]. Additionally, AgNPs synthesized using *Artemisia tournefortiana* Rchb extract showed excellent photocatalytic degradation of Coomassie brilliant dye under sunlight exposure within 60 min [5].

*Moringa oleifera* (MO) is a moderate sized tree cultivated throughout India and Myanmar. Almost all parts of this tree are edible, and it is commonly used as food in India [33]. *Moringa oleifera* plant extract is rich in proteins, carbohydrates, phenol, vitamins, kaempferol, potassium, calcium, and amino acids [60]. Recently, *Moringa oleifera* seed (MOS) has attracted a lot of attention because of its contributions to rural economies as well as its being an excellent source of oil and various other products. MOS is traditionally used to flocculate impurities in water, for which it has received scientific attention for approximately 40 years [59]. Although MOS can be used as an excellent coagulant for water purification, it does not show antibacterial activity. Therefore, water treated with MOS is not suitable for drinking without further disinfection [36]. Another viable method to remove bacteria is use of metals with antimicrobial

properties, such as silver. However, the major MOS bioactive compounds and their role in the synthesis of MOS-AgNPs for wastewater treatment have not yet been investigated.

Therefore, the present study was conducted to investigate the green synthesis of silver nanoparticles using MOS and their potential applications in water treatment. The synthesized MOS-AgNPs were characterized using FTIR, XRD, XPS, SEM, TEM, AFM, and TGA analysis and further evaluated for their potential antimicrobial and photocatalytic activities. Finally, the MOS-AgNPs potential to remove heavy metals such as  $Pb^{+2}$  from water was investigated.

---

## Section snippets

### *Moringa oleifera* seed (MOS) extract preparation

The dried and cleaned seeds of *Moringa oleifera* (MO) were purchased from Yunnan Siwu Biotechnology, Inc. (Kunming, Yunnan, China). The cultivated variety was PKm2 and a voucher specimen (SZU-14CS9354) was deposited in our laboratory. MOS (30 kg) was washed with distilled water and refluxed with ethanol (Sigma Aldrich, China) for 2 h, twice, after which the extracts were concentrated at reduced pressure and ethanol extract was obtained. Next, the ethanol extract was separated into petroleum ...

### Synthesis of MOS-AgNPs

The optimized conditions for the biosynthesis of MOS-AgNPs were found to be 0.5 mM  $AgNO_3$  aqueous solution, 10 ml MOS extract (10 mg), pH 11, and 60 °C in the dark. The color change of the resultant solution from yellow to reddish brown suggested the formation of MOS-AgNPs had occurred (Fig. 2A). ...

### Ultraviolet–visible (UV–Vis) spectroscopy

In the present study, UV–Vis absorption spectroscopy conducted after 2 h of reaction gave an absorbance at 421 nm, which indicates the formation of MOS-AgNPs (Fig. 2A). In addition, the surface plasmon ...

## Discussion

In the present study, a green and efficient method for biosynthesis of silver nanoparticles was developed using *Moringa oleifera* seed extract. The developed method has numerous significant advantages over conventional methods. Specifically, the synthesis of AgNPs using *Moringa oleifera* seed extract does not produce any toxic substances [34]. Additionally, there was an increase in color intensity when the incubation time was increased from 0 to 2 h from yellow to black because of surface plasmon ...

## Conclusions

Treatment of industrial wastewater, especially that produced by the textile dyeing process, is a large environmental challenge. Silver nanomaterials have the potential for use in the treatment of industrial wastewater because of their activities in catalytic degradation of organic dyes and microbes. In the present study, stable silver nanoparticles were produced using MOS via a simple, economic, and green synthesis route. Specifically, AgNPs with an average size of 9.4 nm were synthesized using ...

## CRedit authorship contribution statement

**Hafiza Mahreen Mehwish:** Conceptualization, Methodology, Software. **Muhammad Shahid Riaz Rajoka:** Data curation, Writing-Original draft preparation. **Yongai Xiong:** Visualization, Investigation. **Huiming Cai:** Software and original draft preparation. **Rana Muhammad Aadil:** Software, Validation, Writing-Original draft preparation. **Qasir Mehmood:** Software, Validation. **Zhendan He:** Investigation, Validation, Project administration, funding acquisition. **Qinchang Zhu:** Supervision, Validation, Formal analysis, ...

## Declaration of Competing Interest

The authors declared that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper. ...

## Acknowledgment

This project was funded by the National Key R&D Program of China (No. 2017YFA053900), the National Natural Science Foundation of China (No. 31670360, 81973293 and U1702286), the Science and Technology Program of Guangdong Province (2017B030301016 and 2018A030313252), the Foundation Committee of basic and applied basic research of Guangdong Province (2019B1515120029), the Medical Scientific Research Foundation of Guangdong Province (A2018257), the Shenzhen Science and Technology Project ( ...

[Artikel yang direkomendasikan](#)

---

## References (65)

R. Abirami *et al.*

[Hydrothermal synthesis of pure PbTiO<sub>3</sub> and silver doped PbTiO<sub>3</sub> perovskite nanoparticles for enhanced photocatalytic activity](#)

Mater. Lett. (2020)

I.H. Alsohaimi *et al.*

[A novel composite silver nanoparticles loaded calcium oxide stemming from egg shell recycling: a potent photocatalytic and antibacterial activities](#)

J. Clean. Prod. (2020)

F. Baghbani-Arani *et al.*

[Photo-catalytic, anti-bacterial, and anti-cancer properties of phyto-mediated synthesis of silver nanoparticles from \*Artemisia tournefortiana\* Rchb extract](#)

J. Photochem. Photobiol. B Biol. (2017)

L. Bilińska *et al.*

## Comparison between industrial and simulated textile wastewater treatment by AOPs – biodegradability, toxicity and cost assessment

Chem. Eng. J. (2016)

M.R. Bindhu *et al.*

## Green synthesis and characterization of silver nanoparticles from Moringa oleifera flower and assessment of antimicrobial and sensing properties

J. Photochem. Photobiol. B Biol. (2020)

K. Chand *et al.*

## Photocatalytic and antimicrobial activity of biosynthesized silver and titanium dioxide nanoparticles: a comparative study

J. Mol. Cair. (2020)

S. Chouhan *dkk.*

## Sintesis hijau AgNPs menggunakan ekstrak daun Cannabis sativa: karakterisasi, aktivitas antibakteri, anti-ragi dan penghambatan $\alpha$ -amilase

Mater. Sci. Energi Technol. (2020)

R. Darvishi Cheshmeh Soltani *dkk.*

## Sonokatalisis berdenyut berbantuan periodat dari air limbah tekstil asli dengan adanya nanopartikel MgO: optimasi metodologis permukaan respons

Ultrason. Sonochem. (tahun 2016)

AR Deshmukh *dkk.*

## Pertumbuhan in situ nanopartikel emas dan perak pada lembaran nano boron nitrida yang difungsikan secara fito: aktivitas katalitik, peniruan peroksidase, dan antimikroba

J. Bersih. Prod. (2020)

TS Dhas dkk.

## Biosintesis nanopartikel emas menggunakan *Sargassum swartzii* dan efek sitotoksitasnya pada sel HeLa

Spectrochim. Acta Bagian A Mol. Biomol. Spectrosc. (tahun 2014)



Lihat lebih banyak referensi

---

Dikutip oleh (152)

## Tinjauan tentang sintesis biologis nanopartikel perak dan potensi aplikasinya

2023, Hasil Kimia

Tampilkan abstrak

## Pemanfaatan limbah hayati agroindustri menjadi nanomaterial hijau untuk pengolahan air limbah: Pendekatan kimia hijau dan prinsip ekonomi sirkular

2022, Jurnal Manajemen Lingkungan

*Kutipan Kutipan:*

...Disinfeksi berbasis ozon relatif mahal dan bromat (yaitu, DBP yang berbahaya) dapat dihasilkan dengan adanya ion bromida (Srivastav dkk., 2020). NM turunan limbah hayati agroindustri seperti TiO<sub>2</sub> NP (Abu-Dalo dkk., 2019) dan AgNP (Mehwish dkk., 2021) telah menunjukkan kinerja yang sangat baik dalam aplikasi disinfeksi air terhadap bakteri patogen yang terbawa air seperti *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enterica*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, dan *Vibrio cholera*. Beberapa NM, termasuk kitosan NP, AgNP, TiO<sub>2</sub> NP, dan NM berbasis karbon menunjukkan potensi antimikroba yang kuat karena merusak membran sel melalui pelepasan ion logam toksik, kontak langsung, dan pembentukan ROS....

Tampilkan abstrak

## Dampak nanofertilizer terhadap tanah dan komunitas mikroba terkait tanaman: Tren dan perspektif yang muncul

2022, Kemosfer

[Tampilkan abstrak](#) 

## Sintesis nanopartikel perak biogenik dan ramah lingkungan menggunakan ekstrak inti jujube dan kinerjanya dalam aplikasi katalitik dan farmasi: Penghapusan kontaminan industri dan aktivitas antibakteri dan antikanker in-vitro

2021, Teknologi dan Inovasi Lingkungan

[Tampilkan abstrak](#) 


## Sintesis Hijau Nanopartikel Perak (AgNPs), Karakterisasi Struktural, dan Potensi Antibakterinya

2022, Respons Dosis

## Biosintesis nanopartikel perak, karakterisasi, aktivitas antimikroba, aplikasi, sitotoksitas dan masalah keamanan: Tinjauan terbaru

2021, Nanomaterial



[Lihat semua artikel yang mengutip di Scopus](#) 

---

[Lihat teks lengkapnya](#)

© 2021 Elsevier Ltd. Seluruh hak cipta dilindungi undang-undang.



Semua konten di situs ini: Hak Cipta © 2025 Elsevier BV, pemberi lisensi, dan kontributornya. Semua hak dilindungi undang-undang, termasuk hak untuk penambangan teks dan data, pelatihan AI, dan teknologi serupa. Untuk semua konten akses terbuka, ketentuan lisensi yang relevan berlaku.

