

BIOSINTENSIS NANOPARTIKEL LOGAM MENGGUNAKAN MEDIA EKSTRAK TANAMAN

¹⁾Muliadi, ²⁾Adiba Arief, ¹⁾Khadijah

¹⁾Program Studi Pendidikan Kimia, FKIP Universitas Khairun

²⁾Jurusan Kimia, FMIPA Universitas Hasanuddin

ABSTRAK

Biosintesis nanopartikel menjadi tema kajian menarik dalam beberapa tahun terakhir. Dengan masalah krisis energi, pencemaran lingkungan yang menjulang tinggi menjadi kendala yang menjadi sangat rentan bagi negara berkembang. Kebutuhan untuk memberikan solusi kimia secara non konvensional merupakan alternatif pertimbangan serius untuk dikembangkan. Nanosains telah menjadi bidang yang tepat dalam dimensi ini karena membuka pintu ke beberapa peluang melalui memungkinkan sejumlah bahan kimia, biokimia, dan transformasi biofisik secara signifikan lebih mudah dan dapat diandalkan. Penggunaan nanopartikel telah membuat bidang sintesis serta interaksi molekul jauh lebih mudah, cepat dan mudah dikontrol. Artikel ulasan ini menyoroti metode sintesis alternatif yang populer yang digunakan untuk sintesis nanopartikel menggunakan ekstrak tanaman

Kata Kunci : Biosintesi, Nano Partikel, Logam, Ekstrak Tanaman

PENDAHULUAN

Nanoteknologi didefinisikan sebagai rekayasa material melalui proses kimia atau fisika untuk menghasilkan suatu bahan dengan sifat tertentu yang dapat digunakan untuk aplikasi tertentu [1]. Nanopartikel dapat diartikan sebagai partikel mikroskopik yang memiliki dimensi ukuran kurang dari 100 nanometer [2]. Tidak seperti kebanyakan material, nanopartikel memiliki keunikan sifat seperti optik, termal, listrik kimia, dan sifat fisik [3]. Oleh karena itu, nanopartikel dapat dijumpai dalam berbagai aplikasi kedokteran, kimia, lingkungan, energy,

pertanian, informasi dan komunikasi dan barang konsumsi [4].

Metode sintesis nanopartikel secara konvensional biasa dilakukan dengan pirolisis namun memiliki kelemahan seperti pembentukan cacat permukaan, tingkat produksi yang rendah, utuh biaya dan energy yang besar [2]. Metode sintesis secara kimia misalnya reduksi kimia, teknik sol gel berpotensi melibatkan penggunaan bahan kimia beracun, adanya hasil samping yang berbahaya serta kontaminasi dari precursor kimia [2]. Oleh karena itu, ada

kebutuhan yang penting untuk mengembangkan prosedur dan teknologi yang bersih, tidak beracun dan ramah lingkungan untuk mensintesis nanopartikel.

Ketuntasan metode sintesis secara biologi dibandingkan dengan metode sintesis secara fisika dan kimia adalah bersih, ramah lingkungan, tidak menggunakan bahan kimia beracun [5]. Penggunaan komponen biologis aktif seperti enzim dapat bertindak sebagai pereduksi dan pembatasan agen sehingga dapat mengurangi biaya sintesis [5]. Selain itu, nanopartikel dapat diproduksi dalam skala besar [6], serta tidak membutuhkan energi dan tekanan yang tinggi sehingga biaya produksi relatif lebih murah [7].

TANAMAN SEBAGAI AGEN PEREDUKSI

Pemanfaatan sumber daya hayati telah banyak dikembangkan untuk mensintesis nanopartikel. Beberapa organisme seperti jamur, bakteri, ganggang, virus dan tanaman telah digunakan untuk sintesis nanopartikel [8]. Dalam decade terakhir sintesis nanopartikel berbasis mikroba, biosintesis menggunakan tanaman telah mendapat perhatian penting dari banyak peneliti [9]. Dibandingkan mikroba penggunaan ekstrak tanaman sebagai agen pereduksi ion logam relatif lebih singkat, tergantung jenis tanaman dan konsentrasi

fitokimia. Nanopartikel dapat disintesis dalam beberapa menit atau jam sedangkan metode sintesis berbasis mikroba membutuhkan waktu yang lebih lama [10]. Kelemahan utama mikroba dalam sintesis nanopartikel adalah kendala lingkungan kerja yang steril, membutuhkan staf yang terampil dan membutuhkan biaya skala-up [11]. Selain itu, ketersediaan tanaman di alam mudah dijumpai sehingga membuat tanaman lebih banyak disukai dibandingkan mikroba.

Telah banyak studi dilaporkan dalam literatur yang melibatkan penggunaan bahan berbasis tanaman sebagai ekstrak untuk sintesis nanopartikel [38, 39]. Sintesis nanopartikel menggunakan ekstrak nabati telah sangat diterima dalam beberapa tahun terakhir [36, 37, 40, 41].

Ekstrak tumbuhan diyakini bertindak sebagai reduktor dan agen penstabil dalam sintesis nanopartikel. Sifat ekstrak tumbuhan mempengaruhi jenis nanopartikel yang disintesis, selain itu, sumber ekstrak tumbuhan menjadi faktor yang paling penting yang mempengaruhi morfologi nanopartikel yang disintesis [42]. Menariknya, hal ini terjadi karena ekstrak tanaman yang

berbeda mengandung konsentrasi yang berbeda dari agen pereduksi biokimia [43].

Sintesis nanopartikel dari ekstrak tanaman dilakukan dengan hanya dicampur ekstrak tanaman dengan larutan garam logam pada suhu kamar. Reaksi selesai dalam beberapa menit dan, sebagai akibat dari pengurangan biokimia, logam dikonversi dari keadaan mono atau divalen menjadi valensi nol. Ini menandai pembentukan nanopartikel, yang secara fisik ditunjukkan melalui perubahan warna yang teramati. Sintesis emas, perak, dan sejumlah nanopartikel logam berbasis lainnya telah dilaporkan dengan cara ini [44]. Sebagai contoh, selama sintesis nanopartikel perak dari ekstrak daun geranium, partikel terbentuk cukup banyak dengan ukuran 16-40 nanometer [46]. Dalam modifikasi lain, sebuah studi melaporkan sintesis nanopartikel perak dari geraniol, zat alkohol alami yang ditemukan dalam beberapa tanaman. Senyawa ini mereduksi ion perak dari keadaan monovalen dari perak garam nitrat ke keadaan valensi nol yang terbentuk bersama-sama

dengan berbagai ukuran 1-10 nm [45]. Tabel 1. memberikan kita gambaran rinci mengenai spesies tanaman utama yang digunakan untuk sintesis nanopartikel besi.

Tabel 1. Ukuran nanopartikel besi yang diseintesis dari ekstrak tanaman

Tanaman	ukuran	Ref.
Green tea	5–15	[17]
Green tea	40–60	[19]
Green tea, oolong tea, and black tea	20–40	[20]
Oolong tea	40–50	[21]
Sorghum bran	40–50	[22]
Eucalyptus	50–80	[23]
Eucalyptus	40–60	[24]
Eucalyptus	20–80	[25]
Plantain peel	< 50 nm	[27]
<i>Dodonaea</i>	50–60	[29]
<i>Tridax</i>	80–100	[30]
Pomegranate, mulberry, and <i>Terminalia</i>	10–30	[32]
<i>Eucalyptus tereticornis</i> (A)	< 80 nm	[34]
<i>Melaleuca Rosmarinus officinalis</i> (C)	40–60 (A & B)	[35]

Demikian pula, nanopartikel yang sangat baik, dalam hal ukuran dan morfologi, diperoleh dari ekstrak daun Kecubung oleh Kesharwani dan rekan kerja. Hasil penelitian ini memiliki stabilitas yang sangat baik dengan ukuran tepat

dalam kisaran 16-40 nanometer. Aspek yang paling menarik yang terungkap dalam penelitian ini adalah adanya beberapa senyawa bioaktif dalam ekstrak daun kecubung, mulai dari alkaloid, asam amino, senyawa alkohol, dan beberapa protein pengkhasiat lainnya, yang secara kolektif dianggap bertanggung jawab atas reduksi ion perak membentuk nanopartikel [34].

Beberapa jenis tumbuhan telah dimanfaatkan sebagai agen biosintesis untuk menghasilkan nanopartikel perak (Ag) secara ekstraseluler maupun intraseluler. Tumbuhan yang digunakan untuk biosintesis ekstraseluler nanopartikel dapat berupa air rebusan, getah, ataupun hasil jus dari bagian tumbuhan, seperti bagian daun, buah, dan biji. Berikut adalah daftar beberapa tumbuhan yang telah dimanfaatkan untuk biosintesis nanopartikel perak (Ag) [12].

Tabel 2. Beberapa jenis tumbuhan yang telah digunakan untuk sintesis nanopartikel perak

No	Tumbuhan	Agen bioreduktor	sumber
1	<i>Azadirachta indica</i> (Mimba)	Ekstrak daun	[13]
2	<i>Pometia pinnata</i> (Matoa)	Ekstrak daun	[13]
3	<i>Carica papaya</i> (Pepaya)	Ekstrak buah	[14]
4	<i>Diospyros bloncoi</i>	Ekstrak	[12]

	(Bisbul)	daun	
5	<i>Cerbera manghas</i> (Bintaro)	Ekstrak daun	[13]
6	<i>Dillenia indica</i> (Dillenia)	Ekstrak daun	[13]
7	<i>Terminalia catappa</i> (Ketapang)	Ekstrak daun	[15]

Pemanfaatan tumbuhan dalam biosintesis nanopartikel berkaitan dengan kandungan senyawa metabolit sekunder yang memiliki aktifitas antioksidan. Beberapa jenis tumbuhan tertentu mengandung senyawa kimia yang dapat berperan sebagai agen pereduksi. Antioksidan tersebut dapat menjadi alternatif produksi nanopartikel yang ramah lingkungan (*green synthesis*) karena mampu mengurangi penggunaan bahan-bahan kimia yang berbahaya termasuk limbah yang dihasilkan [14].

KESIMPULAN

Berdasarkan ulasan di atas, kita dapat menyimpulkan bahwa sintesis nanopartikel secara bioreduksi dengan menggunakan ekstrak tanaman merupakan solusi alternatif atau metode non konvensional yang sangat penting untuk pengembangan kimia hijau. Fokus utama dari artikel ini adalah untuk mengedepankan gambaran yang komprehensif tentang gagasan penggunaan keanekaragaman senyawa biokimia tanaman sebagai media untuk mensintesis nanopartikel logam. Aspek

lain yang menarik dari sintesis nanopartikel secara biologi yaitu bahwa metode ini tidak mahal, tidak rumit, praktis dan ramah lingkungan. Biosintesis nanopartikel sekarang menjadi bagian integral dari kimia anorganik dan kimia terapan serta disiplin biokimia. Nanopartikel melibatkan para ahli dari multidisiplin bidang, ini merupakan suatu pertanda baik untuk pengembangan nanoteknologi.

KEPUSTAKAAN

- [1] Environmental Protection Agency, "Nanotechnology white paper," USEPA 100/B-07/001, 2007.
- [2] K. N. Thakkar, S. S. Mhatre, and R. Y. Parikh, "Biological synthesis of metallic nanoparticles," *Nanomedicine*, vol. 6, no. 2, pp. 257–262, 2010.
- [3] S. Panigrahi, S. Kundu, S. K. Ghosh, S. Nath, and T. Pal, "General method of synthesis for metal nanoparticles," *Journal of Nanoparticle Research*, vol. 6, no. 4, pp. 411–414, 2004.
- [4] The Energy and Resources Institute, "Nanotechnology development in India: building capability and governing the technology," Briefing Paper, TERI, 2010.
- [5] S. Senapati, A. Ahmad, M. I. Khan, M. Sastry, and R. Kumar, "Extracellular biosynthesis of bimetallic Au-Ag alloy nanoparticles," *Small*, vol. 1, no. 5, pp. 517–520, 2005.
- [6] T. Klaus, R. Joerger, E. Olsson, and C.-G. Granqvist, "Silver-based crystalline nanoparticles, microbially fabricated," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 96, no. 24, pp. 13611–13614, 1999.
- [7] V. Bansal, D. Rautaray, A. Ahmad, and M. Sastry, "Biosynthesis of zirconia nanoparticles using the fungus *Fusarium oxysporum*," *Journal of Materials Chemistry*, vol. 14, no. 22, pp. 3303–3305, 2004.
- [8] P. Mohanpuria, N. K. Rana, and S. K. Yadav, "Biosynthesis of nanoparticles: technological concepts and future applications," *Journal of Nanoparticle Research*, vol. 10, no. 3, pp. 507–517, 2008.
- [9] J. L. Gardea-Torresdey, J. G. Parsons, E. Gomez et al., "Formation and growth of Au nanoparticles inside live Alfalfa plants," *Nano Letters*, vol. 2, no. 4, pp. 397–401, 2002.
- [10] M. Rai, A. Yadav, and A. Gade, "CRC 675—current trends in phytosynthesis of metal nanoparticles," *Critical Reviews in Biotechnology*, vol. 28, no. 4, pp. 277–284, 2008.
- [11] M. Sathishkumar, K. Sneha, and Y.-

- S. Yun, "Immobilization of silver nanoparticles synthesized using *Curcuma longa* tuber powder and extract on cotton cloth for bactericidal activity," *Bioresource Technology*, vol. 101, no. 20, pp. 7958–7965, 2010.
- [12] Bakir, 2011, *Pengembangan Biosintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Air Rebusan Daun Bisbul (*Diospyros blancoi*) untuk Deteksi Ion Tembaga (II) dengan Metode Kolorimetri*, Skripsi diterbitkan, (online) (lontar.ui.ac.id/file?file=digital/20283522-S1064-Bakir%20.pdf, diakses pada tanggal 10 September 2014), Jurusan Fisika FMIPA Universitas Indonesia, Jakarta
- [13] Handayani, W., Bakir, Imawan, C., Purbaningsih, S., 2010, *Potensi Ekstrak Beberapa Jenis Tumbuhan sebagai Agen Pereduksi untuk Biosintesis Nanopartikel Perak*, Seminar Nasional Biologi, Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- [14] Jain, D., et. al., 2009, *Synthesis of Plant Mediated Silver Nanoparticles Using Papaya Fruit Extract and Evaluation of Their Anti Microbial Activities*, Digest Journal of Nanomaterial and Biostructures, Volume 4, No. 3 : 557–563
- [15] Lembang, E.Y., Zakir, M.M., 2013, *Sintesis Nanopartikel Perak dengan Metode Reduksi menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Ketapang (*Terminalia catappa*)*, Penulis Koresponden, Jurusan Kimia FMIPA Universitas Hasanuddin, Kampus Tamalanrea, Makassar
- [16] Lembang, M.S., Maming, Zakir, M., 2014, *Sintesis Nanopartikel Emas dengan Metode Reduksi menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Ketapang (*Terminalia catappa*)*, Penulis Koresponden, Jurusan Kimia FMIPA Universitas Hasanuddin, Kampus Tamalanrea, Makassar.
- [17] G. E. Hoag, J. B. Collins, J. L. Holcomb, J. R. Hoag, M. N. Nadagouda, and R. S. Varma, "Degradation of bromothymol blue by "greener" nano-scale zero-valent iron synthesized using tea polyphenols," *Journal of Materials Chemistry*, vol. 19, no. 45, pp. 8671–8677, 2009.
- [18] M. N. Nadagouda, A. B. Castle, R. C. Murdock, S. M. Hussain, and R. S. Varma, "In vitro biocompatibility of nanoscale zerovalent iron particles (NZVI) synthesized using tea polyphenols," *Green Chemistry*, vol. 12, no. 1, pp. 114–122, 2010.

- [19] A. Bharde, D. Rautaray, V. Bansal et al., "Extracellular biosynthesis of magnetite using fungi," *Small*, vol. 2, no. 1, pp. 135–141, 2006.
- [20] V. Bansal, D. Rautaray, A. Ahmad, and M. Sastry, "Biosynthesis of zirconia nanoparticles using the fungus *Fusarium oxysporum*," *Journal of Materials Chemistry*, vol. 14, no. 22, pp. 3303–3305, 2004.
- [21] V. Bansal, D. Rautaray, A. Bharde et al., "Fungus-mediated biosynthesis of silica and titania particles," *Journal of Materials Chemistry*, vol. 15, no. 26, pp. 2583–2589, 2005.
- [22] W. Shenton, T. Douglas, M. Young, G. Stubbs, and S. Mann, "Inorganic-organic nanotube composites from template mineralization of tobacco mosaic virus," *Advanced Materials*, vol. 11, no. 3, pp. 253–256, 1999.
- [23] S. W. Lee, C. Mao, C. E. Flynn, and A. M. Belcher, "Ordering of quantum dots, using genetically engineered viruses," *Science*, vol. 296, no. 5569, pp. 892–895, 2002.
- [24] C. Mao, C. E. Flynn, A. Hayhurst et al., "Viral assembly of oriented quantum dot nanowires," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 100, no. 12, pp. 6946–6951, 2003.
- [25] C. T. Dameron, R. N. Reese, R. K. Mehra et al., "Biosynthesis of cadmium sulphide quantum semiconductor crystallites," *Nature*, vol. 338, no. 6216, pp. 596–597, 1989.
- [26] M. Kowshik, W. Vogel, J. Urban, S. K. Kulkarni, and K. M. Paknikar, "Microbial synthesis of semiconductor PbS nanocrystallites," *Advanced Materials*, vol. 14, no. 11, pp. 815–818, 2002.
- [27] M. Kowshik, N. Deshmukh, W. Vogel, J. Urban, S. K. Kulkarni, and K. M. Paknikar, "Microbial synthesis of semiconductor CdS nanoparticles, their characterization, and their use in the fabrication of an ideal diode," *Biotechnology and Bioengineering*, vol. 78, no. 5, pp. 583–588, 2002.
- [28] M. Kowshik, S. Ashtaputre, S. Kharrazi et al., "Extracellular synthesis of silver nanoparticles by a silver-tolerant yeast strain MKY3," *Nanotechnology*, vol. 14, no. 1, pp. 95–100, 2003.
- [29] J. L. Gardea-Torresdey, E. Gomez, J. R. Peralta-Videa, J. G. Parsons, H. Troiani, and M. Jose-Yacaman, "Alfalfa sprouts: a natural source for the synthesis of silver nanoparticles," *Langmuir*, vol. 19, no. 4, pp. 1357–1361, 2003.
- [30] S. S. Shankar, A. Rai, A. Ahmad, and M. Sastry, "Rapid synthesis of Au, Ag,

- and bimetallic Au core-Ag shell nanoparticles using Neem (*Azadirachta indica*) leaf broth,” *Journal of Colloid and Interface Science*, vol. 275, no. 2, pp. 496–502, 2004.
- [31] P. Daisy and K. Saipriya, “Biochemical analysis of *Cassia fistula* aqueous extract and phytochemically synthesized gold nanoparticles as hypoglycemic treatment for diabetes mellitus,” *International Journal of Nanomedicine*, vol. 7, pp. 1189–1202, 2012.
- [32] X. Yang, Q. Li, H. Wang et al., “Green synthesis of palladium nanoparticles using broth of *Cinnamomum camphora* leaf,” *Journal of Nanoparticle Research*, vol. 12, no. 5, pp. 1589–1598, 2010.
- [33] S. Joglekar, K. Kodam, M. Dhaygude, and M. Hudlikar, “Novel route for rapid biosynthesis of lead nanoparticles using aqueous extract of *Jatropha curcas* L. latex,” *Materials Letters*, vol. 65, no. 19-20, pp. 3170–3172, 2011.
- [34] H. J. Lee, G. Lee, N. R. Jang et al., “Biological synthesis of copper nanoparticles using plant extract,” *Nanotechnology*, vol. 1, pp. 371–374, 2011.
- [35] T. Santhoshkumar, A. A. Rahuman, G. Rajakumar et al., “Synthesis of silver nanoparticles using *Nelumbo nucifera* leaf extract and its larvicidal activity against malaria and filariasis vectors,” *Parasitology Research*, vol. 108, no. 3, pp. 693–702, 2011.
- [36] P. Daisy and K. Saipriya, “Biochemical analysis of *Cassia fistula* aqueous extract and phytochemically synthesized gold nanoparticles as hypoglycemic treatment for diabetes mellitus,” *International Journal of Nanomedicine*, vol. 7, pp. 1189–1202, 2012.
- [37] H. J. Lee, G. Lee, N. R. Jang et al., “Biological synthesis of copper nanoparticles using plant extract,” *Nanotechnology*, vol. 1, pp. 371–374, 2011.
- [38] Y. Park, Y. N. Hong, A. Weyers, Y. S. Kim, and R. J. Linhardt, “Polysaccharides and phytochemicals: a natural reservoir for the green synthesis of gold and silver nanoparticles,” *IET Nanobiotechnology*, vol. 5, no. 3, pp. 69–78, 2011.
- [39] D. MubarakAli, N. Thajuddin, K. Jeganathan, and M. Gunasekaran, “Plant extract mediated synthesis of silver and gold nanoparticles and its antibacterial activity against

- clinically isolated pathogens,” *Colloids and Surfaces B*, vol. 85, no. 2, pp. 360–365, 2011.
- [40] B. Ankamwar, “Biosynthesis of gold nanoparticles (green-gold) using leaf extract of *Terminalia catappa*,” *E-Journal of Chemistry*, vol. 7, no. 4, pp. 1334–1339, 2010.
- [41] V. Kumar and S. K. Yadav, “Plant-mediated synthesis of silver and gold nanoparticles and their applications,” *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, vol. 84, no. 2, pp. 151–157, 2009.
- [42] K. Mukunthan and S. Balaji, “Cashew apple juice (*Anacardium occidentale* L.) speeds up the synthesis of silver nanoparticles,” *International Journal of Green Nanotechnology*, vol. 4, no. 2, pp. 71–79, 2012.
- [43] X. Li, H. Xu, Z. S. Chen, and G. Chen, “Biosynthesis of nanoparticles by microorganisms and their applications,” *Journal of Nanomaterials*, vol. 2011, Article ID 270974, 16 pages, 2011.
- [44] M. Safaepour, A. R. Shahverdi, H. R. Shahverdi, M. R. Khorramizadeh, and G. A. Reza, “Green synthesis of small silver nanoparticles using geraniol and its cytotoxicity against Fibrosarcoma-Wehi 164,” *Avicenna Journal of Medical Biotechnology*, vol.1, no. 2, pp.111–115, 2009.
- [45] S. Kaviya, J. Santhanalakshmi, and B. Viswanathan, “Biosynthesis of silver nano-flakes by *Crossandra infundibuliformis* leaf extract,” *Materials Letters*, vol. 67, no.1, pp. 64–66, 2012.
- [46] S. S. Shankar, A. Ahmad, R. Pasricha, and M. Sastry, “Bioreduction of chloroaurate ions by geranium leaves and its endophytic fungus yields gold nanoparticles of different shapes,” *Journal of Materials Chemistry*, vol. 13, no. 7, pp. 1822–1826, 2003.