

Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Perak (AgNPs) Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Metanol Tumbuhan Paku *Nephrolepis radicans*

Synthesis and Characterization of the Silver Nanoparticles (AgNPs) Using The Methanol Extract of Fern *Nephrolepis radicans* as Bioreductor

Suyatno Sutoyo, Tukiran, Siti khotijah, dan Devy Puspita Sari
Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Surabaya
Jl. Ketintang Surabaya (60231)

*The corresponding author: suyatno@unesa.ac.id

Abstrak. Akhir-akhir ini nanopartikel perak memiliki aplikasi yang luas seperti optik, elektronik, biologi, katalis, kesehatan, pangan dan lingkungan. Nanopartikel perak dapat disintesis secara bottom-up melalui reaksi reduksi ion perak dalam larutan perak nitrat menggunakan ekstrak tumbuhan sebagai bioreduktor yang dikenal dengan metode green synthesis. Penelitian ini bertujuan untuk sintesis dan karakterisasi nanopartikel perak yang dibuat menggunakan bioreduktor ekstrak metanol tumbuhan paku *Nephrolepis radicans*. Karakterisasi dilakukan menggunakan metode spektroskopi UV-Vis dan FTIR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nanopartikel perak dapat disintesis menggunakan bioreduktor ekstrak metanol tumbuhan paku *N. radicans*. Nanopartikel perak hasil sintesis memiliki panjang gelombang maksimum serapan UV-Vis pada 402 nm. Rata-rata diameter ukuran partikel nanopartikel perak sebesar 19,194 nm. Berdasarkan data spektrum FTIR, nanopartikel perak hasil sintesis memiliki gugus fungsional hidroksil (OH), C-H alkil, karbonil (C = O), dan eter (C-O).

Kata-kata kunci: Bioreduktor, ekstrak metanol, nanopartikel perak, *Nephrolepis radicans*

Abstract. Currently silver nanoparticles have widely applications such as optics, electronics, biology, catalysts, health, food and the environment. Silver nanoparticles can be synthesized using bottom-up method through the reduction of silver ions in a silver nitrate solution using plant extracts as a bioreductor known as the green synthesis method. The aim of this research is to synthesize and characterize silver nanoparticles which were made using bioreductor methanol extract of *Nephrolepis radicans* fern. Characterization was carried out using UV-Vis and FTIR spectroscopic methods. The results showed that silver nanoparticles could be synthesized using bioreductor methanol extract of *N. radicans* fern. The synthesized silver nanoparticles had a maximum wavelength of UV-Vis absorption at 402 nm. The average diameter of the particle size of silver nanoparticles was 19,194 nm. Based on FTIR spectrum data, the synthesized silver nanoparticles had hydroxyl (OH), C-H alkyl, carbonyl (C = O), and ether (C-O) functional groups.

Keywords: Bioreductor, methanol extract, silver nanoparticles, *Nephrolepis radicans*

1. Pendahuluan

Akhir-akhir ini nanopartikel perak banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang, misalnya elektronik, optik, biologi, katalis, kesehatan, pangan, dan lingkungan [1]. Nanopartikel perak dapat disintesis dengan dua metode yakni top-down dan bottom-up. Metode bottom-up memiliki kelebihan dibanding metode top-down karena lebih mudah dilakukan manipulasi dalam mensintesis nanopartikel perak. Metode bottom up dapat dilakukan melalui reaksi reduksi, yaitu reduksi ion perak (Ag^+) menjadi atom perak (Ag^0) dalam bentuk nanopartikel perak. Agar reaksi tersebut dapat terjadi maka diperlukan bahan pereduksi (reduktor) [2].

Berdasarkan komposisi kimianya dikenal ada dua jenis reduktor yaitu reduktor sintetik dan bioreduktor (reduktor yang berasal dari bahan alam). Salah satu bahan alam yang dapat digunakan sebagai bioreduktor adalah ekstrak tumbuhan. Bahan tersebut mengandung berbagai jenis senyawa fenolik, seperti flavonoid, tanin, dan lain-lain, sehingga dapat digunakan sebagai bioreduktor dan capping agent yang mampu mereduksi ion perak menjadi nanopartikel perak [3]. Oleh karena itu, ekstrak tumbuhan dapat digunakan sebagai alternatif bioreduktor.

Tumbuhan paku *Nephrolepis radicans* merupakan salah satu tumbuhan paku yang menjadi kekayaan alam hayati Indonesia. Tumbuhan ini secara luas telah dimanfaatkan oleh masyarakat untuk sayuran, obat cacing, dan mengobati kanker perut [4]. Dari hasil penelitian sebelumnya dilaporkan bahwa ekstrak metanol *N. radicans* mengandung senyawa fenolik, flavonoid, dan alkaloid. Suatu senyawa flavonoid yang berpotensi sebagai antioksidan yakni pinostrobin, telah berhasil diisolasi dari ekstrak tumbuhan paku tersebut. Oleh karena itu ekstrak metanol tumbuhan paku *N. radicans* berpotensi dimanfaatkan sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel perak [5,6].

Pada artikel ini akan dilaporkan tentang proses sintesis nanopartikel perak menggunakan bioreduktor ekstrak tumbuhan paku *N. radicans* serta karakterisasinya.

2. Bahan dan Metode

2.1 Bahan yang digunakan

Serbuk kering bagian aerial tumbuhan paku *Nephrolepis radicans*, metanol, akuabides, AgNO₃, kertas saring whatman no. 42,

2.2 Alat yang digunakan

Spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV-1800), magnetic stirrer (DLAB MS7-H550), rotary vacuum evaporator (Buchi Labortechnik B-491), oven (Heraeus ST-5042), neraca analitik (Advanturer Ohaus), pompa vakum (Gast DOA-P-504-BN), waterbath (Mettler), freeze dryer (Martin Christ Alpha 1-2), alat sentrifuge, labu ukur, beaker glass, corong Buchner, tabung reaksi, pipet volume, spatula, bejana maserasi.

2.3. Prosedur penelitian

2.3.1 Preparasi sampel tumbuhan

Sampel tumbuhan paku *N. radicans* dikumpulkan dari kawasan hutak Kletak, Nongkojajar, Pasuruan, Jawa Timur. Sebelum diteliti lebih lanjut, sampel diidentifikasi di LIPI Kebun Raya Purwodadi. Selanjutnya sampel di bersihkan dari kotoran yang melekat dan dikeringkan pada suhu kamar. Sampel yang sudah kering digiling menjadi serbuk halus yang siap untuk diekstraksi.

2.3.2. Ekstraksi

Sebanyak 3 Kg serbuk kering tumbuhan paku *N. radicans* dimaserasi menggunakan pelarut metanol selama 24 jam dan diulang tiga kali. Campuran disaring menggunakan corong Buchner dibantu dengan pompa vakum sehingga dihasilkan filtrat berupa ekstrak metanol. Ekstrak metanol diuapkan menggunakan rotavapor sehingga dihasilkan ekstrak metanol pekat. Selanjutnya ekstrak tersebut dikeringkan menggunakan freeze dryer selama 8 hours sehingga dihasilkan ekstrak metanol padat yang berwarna hijau gelap [7,8].

2.3.3. Preparasi larutan ekstrak metanol

Sebanyak 2 g ekstrak metanol kering tumbuhan paku *N. radicans* dilarutkan dalam 80 mL akuabides, kemudian disaring menggunakan kertas saring whatman No. 42. Larutan ekstrak metanol yang diperoleh disimpan dalam almari es [9].

2.3.4. Preparasi larutan perak nitrat

Serbuk perak nitrat sebanyak 0.085 g dilarutkan dalam akuabides dalam labu ukur 250 mL. Larutan perak nitrat yang dihasilkan memiliki konsentrasi 2 mM [9].

2.3.5. *Optimasi perbandingan jumlah larutan ekstrak dengan larutan perak nitrat dalam sintesis nanopartikel perak menggunakan bioreduktor ekstrak metanol tumbuhan paku *N. radicans*.* Larutan ekstrak metanol tumbuhan paku *N. radicans* dicampur dengan larutan perak nitrat 2 mM dalam 4 gelas kimia masing-masing dengan perbandingan volume 1: 1, 1: 2, 1: 3, dan 1: 4. Campuran diaduk dengan magnetic stirrer selama 15 menit. Mengukur panjang gelombang serapan maksimum serta absorbannya pada interval 300 – 700 nm menggunakan spektroskopi UV-Vis. Campuran dengan perbandingan optimum disentrifuge sehingga terpisah antara filtrat dan nanopartikel peraknya yang berada di dasar tabung. Setelah filtrat dipisahkan dengan cara dekantasi, pellet nanosilver dikeringkan menggunakan freeze dryer sehingga diperoleh serbuk kering nanopartikel perak. Nanopartikel perak yang diperoleh dikarakterisasi menggunakan spektroskopi infra merah [9].

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

3.1. Ekstraksi bagian aerial tumbuhan paku *N. radicans*

Serbuk kering bagian aerial tumbuhan paku *N. radicans* (3 kg) dimaserasi menggunakan pelarut metanol selama 24 jam pada suhu kamar dan diulang tiga kali. Setelah dilakukan penyaringan menggunakan corong Buchner dihasilkan filtrat dari ekstrak metanol. Penguapan pelarut dalam ekstrak menggunakan rotavapor dilanjutkan dengan pengeringan dalam freeze dryer dihasilkan ekstrak metanol kering berwarna hijau gepa sebanyak 15 gram.

3.2. Optimasi komposisi larutan perak nitrat terhadap larutan ekstrak metanol *N. radicans* dalam sintesis nanopartikel perak

Idalam penelitian ini sintesis nanopartikel perak dilakukan dengan cara mereaksikan larutan ekstrak metanol tumbuhan paku *N. radicans* dengan larutan perak nitrat 2 mM menggunakan 4 perbandingan volume, yakni 1: 1, 1: 2, 1: 3, dan 1: 4. Masing-masing nanopartikel perak yang dihasilkan dianalisis dengan spektroskopi UV-Vis pada panjang gelombang antara 300 - 700 nm. Hasil pengukuran spektrum UV-Vis disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Panjang gelombang dan absorban maksimum nanopartikel perak hasil sintesis

No.	Rasio jumlah larutan ekstrak metanol dan larutan perak nitrat	Panjang gelombang maksimum (nm)	Absorban
1	1 : 1	402	0.3795
2	1: 2	401	0.2644
3	1 : 3	401	0.1395
4	1 : 4	401	0.1087

Semua campuran reaksi dari berbagai variasi perbandingan menunjukkan panjang gelombang serapan maksimum antara 400 – 500 nm, yakni 401 dan 402 nm. Dengan demikian nanopartikel perak telah terbentuk pada keempat campuran reaksi [10]. Berdasarkan data Tabel 1 dapat dinyatakan bahwa komposisi optimum pada sintesis nanopartikel perak dengan bioreduktor ekstrak metanol tumbuhan paku *N. radicans* adalah 1: 1. Pada komposisi tersebut nanopartikel perak yang dihasilkan memiliki panjang gelombang serapan maksimum dan absorban maksimum.

3.3. Hasil analisis ukuran nanopartikel perak hasil sintesis

Pada penelitian ini ukuran nanopartikel perak hasil sintesis ditentukan secara teoritis menggunakan persamaan Brust. Dalam persamaan tersebut ukuran partikel nanopartikel perak diprediksi berdasarkan data panjang gelombang maksimum serapan UV-Vis [11]:

$$E_g = E_g(\infty) + \frac{14.84}{R^2} \left(\frac{1}{m_e^2} + \frac{1}{m_h^2} \right) - \frac{2,6}{kR}$$

Dimana $E_g(\infty) = 1.3 \text{ eV}$, m_e dan $m_h = 0.25$, $k = 6.5$, h (tetapan Planck) $= 4.1356 \times 10^{-6} \text{ eV}$, dan c (kecepatan cahaya) $= 3 \times 10^8 \text{ m/s}$. Hasil perhitungan ukuran nanopartikel perak hasil sintesis disajikan pada Tabel 2.

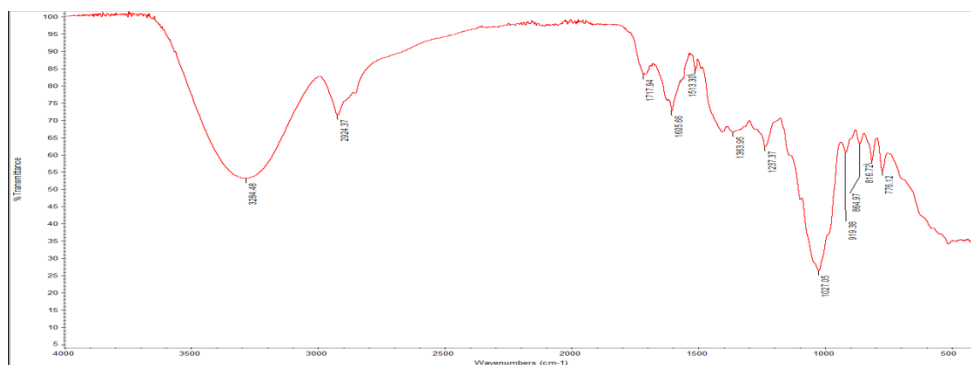
Tabel 2. Ukuran nanopartikel perak hasil sintesis

No.	Rasio jumlah larutan ekstrak metanol dan larutan perak nitrat	Panjang gelombang maksimum (nm)	Prediksi ukuran nanopartikel perak hasil sintesis (nm)
1	1 : 1	402	16,1943
2	1 : 2	401	16,1597
3	1 : 3	401	16,1597
4	1 : 4	401	16,1597

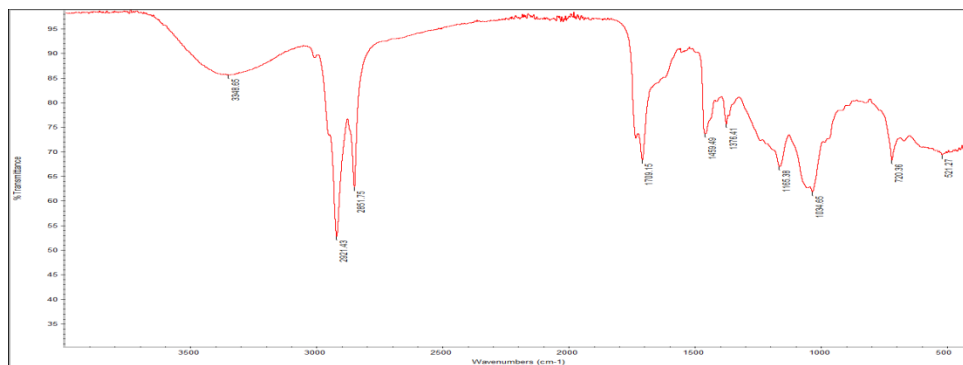
Nanopartikel perak hasil sintesis memiliki ukuran partikel antara 16,1597 nm dan 16,1943 nm. Menurut Patel, *et al.*, nanopartikel perak hasil sintesis menggunakan bioreduktor memiliki ukuran antara 5 sampai 500 nm. Variasi ukuran nanopartikel perak dipengaruhi oleh kemampuan masing-masing metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak tumbuhan bertindak sebagai capping agent. Semakin baik metabolit sekunder mampu berperan sebagai capping agent maka akan semakin stabil ukuran nanopartikel yang dihasilkan [12].

3.4. Karakterisasi nanopartikel perak hasil sintesis menggunakan spektroskopi inframerah

Spektrum inframerah ekstrak metanol tumbuhan paku *N. radicans* dan nanopartikel perak hasil sintesis masing-masing ditunjukkan oleh Gambar 1 dan 2. Kedua spektrum inframerah menunjukkan perbedaan. Spektrum IR ekstrak metanol tumbuhan paku *N. radicans* menunjukkan pita serapan yang tajam dari gugus hidroksil pada $3284,48 \text{ cm}^{-1}$ dan gugus C-H alkil pada $2924,37 \text{ cm}^{-1}$ dengan intensitas yang rendah. Pita serapan pada $1605,66 \text{ cm}^{-1}$ yang disebabkan oleh vibrasi ulur ikatan C=C aromatik menunjukkan keberadaan senyawa fenolik dalam ekstrak.



Gambar 1. Spektrum IR ekstrak metanol tumbuhan paku *N radicans*



Gambar 2. Spektrum IR nanopartikel perak hasil sintesis

Spektrum IR nanopartikel perak masih menunjukkan keberadaan gugus hidroksil pada 3348.65 cm^{-1} tetapi dengan intensitas yang rendah. Sementara terjadi peningkatan intensitas pada pita serapan gugus C-H alkil pada 321.43 cm^{-1} serta munculnya puncak serapan vibrasi ulur gugus karbonil pada $1709,15\text{ cm}^{-1}$. Penurunan intensitas gugus hidroksil dari ekstrak metanol dan munculnya puncak gugus karbonil dalam nanopartikel perak menunjukkan telah terjadi reduksi ion perak oleh gugus hidroksil dalam senyawa fenolik menghasilkan quinon [9,13].

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa nanopartikel perak hasil sintesis menggunakan bioreduktor ekstrak metanol *N. radicans* memiliki panjang gelombang serapan UV-Vis pada 402 nm dan ukuran partikel anatar 16,1597 - 16,1943 nm. Nanopartikel perak hasil sintesis memiliki gugus hidroksil, C-H alkil, gugus karbonil dan ikatan C-O.

Ucapan terimakasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Universitas Negeri Surabaya yang telah membiayai penelitian ini melalui hibah penelitian guru besar pada tahun 2020 serta bapak Sugiono dari LIPI Kebun Raya Purwodadi yang telah membantu dalam pengumpulan dan identifikasi tumbuhan paku *Nephrolepis radicans*.

Daftar pustaka

- [1] Khaydarov, RR, Khaydarov, RA, Estrin, Y, Evgrafova, S, Scheper, T, Endres, C, Cho, SY. *Nanomaterials: Risks and Benefits*. 4: 287-297, 2009.
- [2] Pacioni, NP, Borsarelli, CD, Rey, V, Veglia, AV. *Silver Nanoparticles Application*. 13-46, 2015.
- [3] Ahmed, S, Ahmad, M, Swami, BL, Ikwam, S. "A review on plants extract mediated synthesis of silver nanoparticles for antimicrobial applications: a green expertise".. *Journal of Advance Research*. 1-12, 2015.
- [4] Piggott AG, 1988. *Fern of Malaysia*. Kuala Lumpur, Malaysia, 1988.
- [5] Dayanti, R & Suyatno. "Aktivitas antioksidan ekstrak metanol bagian batang tumbuhan paku *Nephrolepis Radicans* (Burm.) Kuhn". *UNESA Journal of Chemistry*. 1 (1): 86-92, 2012.
- [6]. Liyaningsih, R & Suyatno. *Proceeding of National Chemistry Conference*. Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences. Universitas Negeri Surabaya, 2012.

- [7]. El-Rafie, MH, El-Rafie, MH, Zahran, MK. “Anti-inflammatory and antibacterial activities of nanosilver-treated cotton fabric prepared from ethanolic extracts of three *terminalia* species”. *Egypt. J. Chem*, 129-142, 2017.
- [8]. Sutoyo, S., Indrayanto, G., Zaini, N.C. “Chemical constituents of the fern *Chingia sakayensis*” *Natural Product Communications*. 2 (5), 579-580, 2007.
- [9]. Taba, P, Parmitha, NY, Kasim, S. “Sintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak daun salam (*Syzygium polyanthum*) sebagai bioreduktor dan uji aktivitasnya sebagai antioksidan”. *Indo. J. Chem. Res.*, 7(1): 43–52, 2019.
- [10]. Nakamura, T, Magara, H, Herbani, Y, Sato, S. “Fabrication of silver nanoparticles by highly intense laser irradiation of aqueous solution”, *Applied Physics A*, 104 (4): 1021–1024, 2011.
- [11]. Taufikurohmah, T., Suparjo, J., Rusmini, Armadianto, H. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*. 390: 146-151, 2019.
- [12]. Patel, P, Agarwal, P, Kanawaria, S, Kachhwaha, S, Kothari, S. *Nanotechnology and Plant Sciences*. New York: Springer International Publishing, 2015.
- [13]. Bhakya, S., Muthukrishnan, S., Sukumaran, M., Muthukumar, M. *Appl Nanosci*. 6:755–766, 2016.