

## **Inovasi pengembangan nanopartikel perak menggunakan daun pisang (*Musa sapientum*) sebagai bioreduktor ramah lingkungan**

### **Development innovation of silver nanoparticles used leaves of banana (*Musa sapientum*) as eco-friendly bioreductor**

Bambang Hernawan Nugroho\*, Rika Artikawati, Suparmi

Jurusan Farmasi, Fakultas MIPA, Universitas Islam Indonesia, Jl. Kaliurang Km 14,5 Sleman DIY

\*Corresponding author: [bambang.hernawan@uui.ac.id](mailto:bambang.hernawan@uui.ac.id)

---

#### **Abstract**

**Background:** Silver nanoparticle could be developed by natural reducing agent like Epigallocatechin Gallate (EGCG) of banana leaves (*Musa sapientum*) as bioreductor in biosynthesis.

**Objective:** This study aimed to examine the formulation and characterization of silver nanoparticles using the combination of banana leaf (*M. sapientum*) extract containing epigallocatechin gallate (EGCG) for biosynthesis. The biosynthesis of silver nanoparticles is eco-friendly and low energy process.

**Method:** Each formula was added with 500 $\mu$ L AgNO<sub>3</sub>. Identification of nanoparticles was characterized by duration of its discoloration, its absorbance using UV/Vis spectrophotometer and FTIR, its particle size using PSA, and its morphology under TEM.

**Result:** The silver nanoparticle formation need less than 15 minutes. The measurement of its absorbance showed the wavelength of this silver nanoparticles are in the range of 410-480nm. Characterization using FTIR showed a decrease in absorption of the functional -OH group spectrum. This particle has the smallest particle size in value of 57.16  $\pm$  0.40 nm in spherical shape.

**Conclusion:** Nanosilver could be prepared using banana leaf extract using low energy biosynthesis process.

**Keywords:** characterization, nanosilver, banana leaf (*M. sapientum*).

#### **Intisari**

**Latar belakang:** Nanopartikel perak dapat dihasilkan melalui bahan pereduksi dari alam yang mengandung *epigallocatechin gallate* (EGCG) yang terdapat pada daun pisang (*Musa sapientum*) sebagai bioreduktor.

**Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk membuat formulasi dan karakterisasi nanopartikel perak menggunakan kombinasi ekstrak daun pisang (*M. sapientum*) yang mengandung EGCG.

**Metode:** Masing-masing formula ditambahkan dengan 500 $\mu$ L AgNO<sub>3</sub>. Kemudian dilakukan Identifikasi dan karakterisasi nanopartikel dengan melihat parameter perubahan warna, spektrofotometri UV-Vis dan FTIR, pengamatan partikel dengan PSA dan pengamatan morfologi partikel dengan TEM.

**Hasil:** Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terjadi perubahan warna kurang dari 15 menit setelah pencampuran. Hasil pengukuran pada UV-Vis spektrofotometer memiliki resonansi permukaan plasmon pada daerah 410-480 nm. Karakterisasi menggunakan FTIR menunjukkan penurunan penyerapan spektrum gugus -OH fungsional. Ukuran partikel terkecil yang diperoleh yaitu pada 57,16 $\pm$ 0,40 nm dan berbentuk sferis.

**Kesimpulan:** Nanopartikel perak dapat dibuat dengan menggunakan ekstrak daun pisang melalui proses biosintesis rendah energi.

**Kata kunci:** karakterisasi, nanopartikel perak, daun pisang (*M. sapientum*).

---

## 1. Pendahuluan

Nanopartikel perak adalah contoh pengembangan sistem pemberian obat yang spesifik, efektif, dan mampu mengurangi toksisitas (Asuquo & Udobi, 2016). Dalam bidang medis, nanopartikel sering digunakan sebagai agen desinfektan dan antimikroba dalam kasus infeksi malaria (Dutta *et al.*, 2017) dan luka terbuka (Sharma *et al.*, 2019). Namun, pembuatan nanopartikel perak sering dilakukan dengan menggunakan metode kimia yang meningkatkan risiko dihasilkannya limbah beracun dan membutuhkan lebih banyak energi (Salasa *et al.*, 2016). Nanopartikel perak akan disintesis menggunakan metode yang ramah lingkungan (Vadlapudi *et al.*, 2013). Selain itu penggunaan ekstrak daun pisang sebagai bioreduktor masih terbatas dalam aplikasi pembuatan nanopartikel. Proses sintesis nanopartikel yang melibatkan zat pereduksi dari senyawa metabolit tanaman, seperti polifenol, flavonoid, dan tanin, dikenal sebagai biosintesis (Kulkarni & Muddapur, 2014; Karthik *et al.*, 2016). Terdapat bukti bahwa nanopartikel perak berhasil dibuat melalui bioreduktor seperti kulit manggis yang kaya akan senyawa polifenol yaitu penitiol (Masakke, 2015). Daun pisang mengandung senyawa polifenol EGCG yang berpotensi sebagai bioreduktor sehingga diharapkan dapat menggantikan bahan kimia berbahaya dalam biosintesis nanopartikel.

Kelompok -OH dan -NH dalam senyawa metabolit tanaman menyumbangkan elektron untuk  $Ag^+$  ion dan  $Ag^0$  yang kemudian berubah menjadi nanopartikel perak. Senyawa EGCG dalam polifenol memiliki -OH yang merupakan kelompok gugus fungsi yang digunakan sebagai agen pereduksi dalam biosintesis nanopartikel. Pembentukan nanopartikel menggunakan ekstrak daun pisang terjadi karena pencampuran ekstrak yang mengandung EGCG dengan 1mM  $AgNO_3$  (Ibrahim, 2015). Penelitian ini bertujuan untuk membuat nanopartikel menggunakan senyawa EGCG yang berperan sebagai agen pereduksi dalam biosintesis nanopartikel yang ramah lingkungan.

## 2. Metode

### 2.1. Bahan dan alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Water for Injection* (WFI), daun pisang (*M. sapientum*) diperoleh dari CV. Merapi Farma, dan perak nitrat ( $AgNO_3$ ). Instrumen untuk analisis nanopartikel antara lain: Spektrofotometer UV-Vis (Hitachi U-2900), FTIR (Perkin Elmer FT-IR), PSA (Horiba SZ 100), dan TEM (JEOL JEM 2100).

## *2.2. Proses biosintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak daun pisang*

Daun pisang (40g) dicuci, dirajang kecil – kecil kemudian diekstraksi menggunakan air suling (500 ml) melalui pemanasan. Suhu dikontrol pada 80°C selama 10 menit. Hasil ekstraksi disaring dan diambil sebanyak 20 ml kemudian ditambahkan WFI sebanyak 50 ml. Ekstrak daun pisang dengan volume 200-2000  $\mu\text{L}$  direaksikan dengan 500  $\mu\text{L}$   $\text{AgNO}_3$  1 mM.

## *2.3. Pengamatan secara visual terhadap pembentukan nanopartikel perak*

Pengamatan visual dilakukan dari menit ke-0, 15, 30, 60, 180, 360, dan 1440 setelah pencampuran. Evaluasi pembentukan nanopartikel perak dengan melihat perubahan warna menjadi coklat yang dihasilkan saat nanopartikel perak mulai terbentuk.

## *2.4. Pengukuran nanopartikel menggunakan PSA*

Pengukuran ukuran partikel dilakukan dengan mengambil 2 mL sampel diencerkan 20 kali dengan penambahan akuades, dimasukkan kedalam kuvet untuk dianalisa menggunakan PSA dengan 3 kali pembacaan.

## *2.5. Karakterisasi nanopartikel perak*

Penentuan ukuran partikel menggunakan TEM dilakukan untuk melihat bentuk morfologis nanosilver, spektrofotometer UV-VIS untuk melihat resonansi plasmon permukaan yang berkisar pada gelombang 410-480 nm. Pengukuran kelompok fungsional nanopartikel perak menggunakan instrumen FTIR.

# **3. Hasil dan pembahasan**

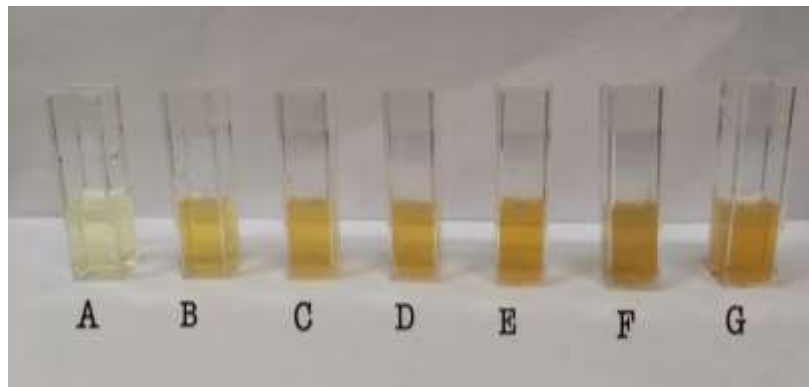
## *3.1. Proses biosintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak daun pisang*

Sebelum proses ekstraksi dilakukan determinasi tanaman di laboratorium biologi UGM, hasil determinasi menyatakan spesies yang digunakan adalah pisang raja (*M. sapientum*) dilanjutkan dengan pengujian senyawa EGCG secara kualitatif dideteksi menggunakan pereaksi  $\text{FeCl}_3$ . Ekstraksi dilakukan dengan menggunakan pemanasan pada 80°C selama 10 menit. Tujuan dari ekstraksi daun pisang dengan pemanasan suhu terjaga adalah untuk menjaga stabilitas dan kandungan senyawa yang diinginkan yaitu EGCG (Steinmann *et al.*, 2013).



**Gambar 1.** Identifikasi senyawa fenol

Uji kualitatif senyawa EGCG dilakukan dengan mereaksikan ekstrak dengan  $\text{FeCl}_3$ . Perubahan warna hitam kebiruan menunjukkan ekstrak mengandung gugus  $-\text{OH}$  dan mengandung senyawa EGCG seperti terlihat pada Gambar 1. Tes kuantitatif dilakukan dengan pengujian kromatografi lapis tipis, diperoleh kandungan  $<50 \mu\text{g/g}$  (LOD:  $50 \mu\text{g/g}$ ).



**Gambar 2.** Perubahan warna pembentukan nanopartikel perak menit berdasarkan waktu, a. menit ke 0; b. menit ke 15; c. menit ke 30; d. menit ke 60; e. jam ke 6; g. jam ke 24.

### *3.2. Pengamatan visual pembentukan nanopartikel perak*

Pembentukan nanopartikel secara visual akan nampak dengan adanya perubahan warna (Gambar 2). Perubahan warna yang terjadi pada nanopartikel perak dengan bioreduktor akan mengalami perubahan warna dari kuning hingga kecoklatan. Hasil observasi secara visual pada menit ke 0 semua formula masih dalam keadaan kuning jernih, perubahan mulai terjadi dimenit ke 15. Perubahan warna terjadi akibat proses reduksi biosintesis perubahan  $\text{Ag}^+$  menjadi  $\text{Ag}^0$  yang membentuk dimensi ukuran nanopartikel.

### 3.3. Karakterisasi nanosilver

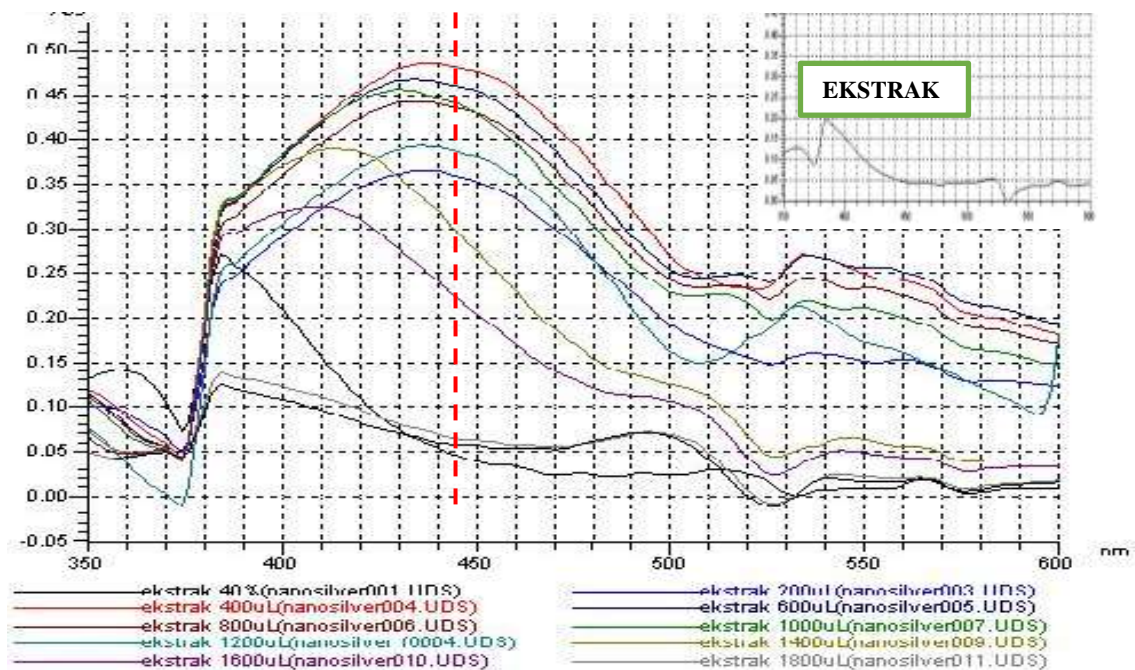
Pengamatan visualisasi dilakukan setelah proses pencampuran  $\text{AgNO}_3$  dan nanopartikel perak terbentuk dengan menghasilkan warna kuning hingga kecoklatan. Karakterisasi nanopartikel diamati dengan identifikasi ukuran partikel, resonansi plasmon permukaan, identifikasi gugus fungsi menggunakan FTIR dan analisa morfologi partikel dengan TEM. Identifikasi pembentukan nanopartikel perak dilakukan melalui pengamatan visual dan resonansi plasmon permukaan menggunakan spektrofotometer UV-Vis menunjukkan panjang gelombang resonansi permukaan pada rentang 414-438 dan panjang gelombang resonansi permukaan plasmon nanopartikel perak berada pada rentang 410-480 nm (Zhang *et al.*, 2016). Berdasarkan hasil pengukuran dapat diidentifikasi proses pembentukan nanopartikel perak sudah terbentuk (Ahmed *et al.*, 2016). Pengukuran panjang gelombang dilakukan pada jam ke-1 dan 24 (Gambar 3).

Pengukuran nanopartikel perak menggunakan metode *Dynamic Light Scattering (DLS)*. Prinsip kerja alat mengukur intensitas pergerakan partikel koloid nanopartikel silver dengan hamburan sinar laser. Semakin kecil ukuran partikel maka akan semakin tinggi intensitas hamburan dan pergerakan dari partikel tersebut, hasil pengukuran akan menghasilkan nilai rata-rata distribusi ukuran partikel dan indeks polidispersi dari partikel. Berdasarkan seri kadar ekstrak yang direaksikan dengan  $\text{AgNO}_3$  diperoleh ukuran partikel terkecil  $57,16 \pm 0,40$  nm.

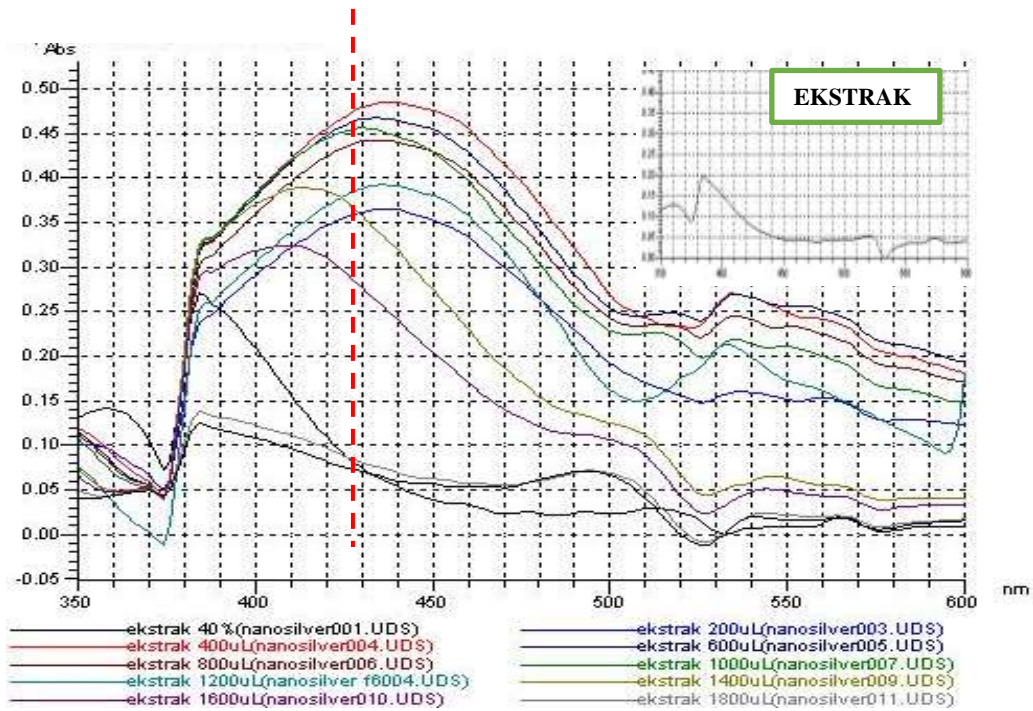
**Tabel 1.** Hasil pengukuran nanopartikel perak, data dinyatakan sebagai rata-rata  $\pm$ SD (n=3)

No	Volume ekstrak daun pisang raja ( $\mu\text{L}$ )	Volume $\text{AgNO}_3$ 1mM ( $\mu\text{L}$ )	Ukuran partikel (nm)	Indeks Polidispersitas
1	200	500	$66,96 \pm 1,55$	$0,26 \pm 0,05$
2	400	500	$62,73 \pm 1,42$	$0,33 \pm 0,02$
3	600	500	$60,93 \pm 1,70$	$0,24 \pm 0,01$
4	800	500	$67,36 \pm 1,15$	$0,24 \pm 0,05$
5	1000	500	$70,06 \pm 2,06$	$0,23 \pm 0,04$
6	1200	500	$59,00 \pm 0,55$	$0,24 \pm 0,03$
7	1400	500	$57,16 \pm 0,40$	$0,28 \pm 0,05$
8	1600	500	$67,00 \pm 0,55$	$0,19 \pm 0,03$
9	1800	500	$59,50 \pm 0,62$	$0,26 \pm 0,01$
10	2000	500	$57,23 \pm 0,40$	$0,12 \pm 0,02$

Persebaran distribusi ukuran partikel dapat digunakan sebagai penentu ketidakstabilan partikel. Suatu partikel dikatakan kurang stabil dengan melihat luas dari distribusi ukuran partikel. Berdasarkan hasil observasi yang dapat dilihat pada Gambar 4, distribusi partikel pada formula 7 maupun formula yang lain tidak berbeda signifikan luas penyebarannya. Puncak yang dihasilkan menunjukkan variasi distribusi antar formula pada wilayah yang sama. Distribusi ukuran partikel nanopartikel perak daun pisang raja (*M. sapientum*) pada semua formulasi tersebar cukup baik dan tidak mengalami agregasi yang merupakan salah satu kelemahannya. Partikel koloid seperti perak dapat mengalami interaksi antar partikel yang mengakibatkan partikel dapat bersatu kembali menjadi ukuran yang lebih besar. Adanya agregasi dapat dilihat berdasarkan data distribusi puncak yang terbentuk pada Gambar 4. Kurva distribusi partikel dengan satu puncak menandakan partikel homogen dan tidak mengalami agregasi.

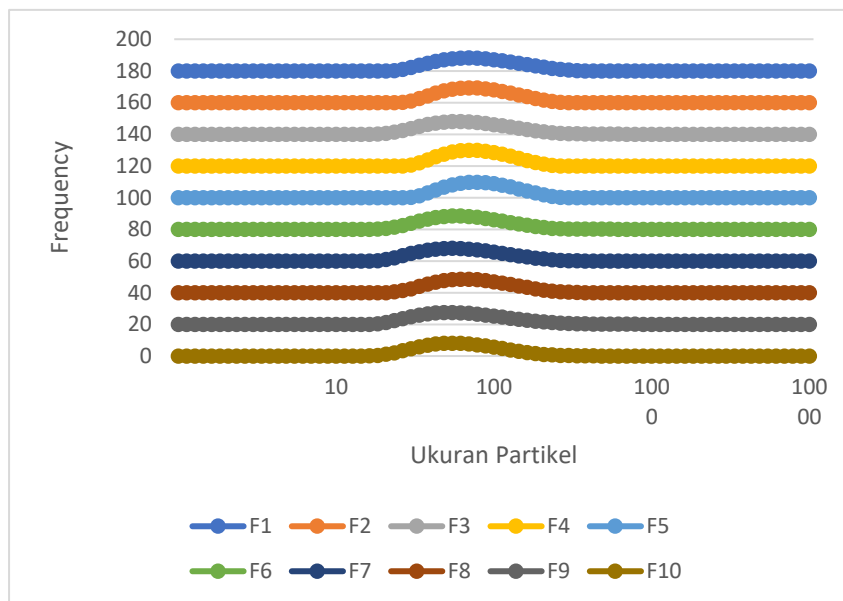


(a)



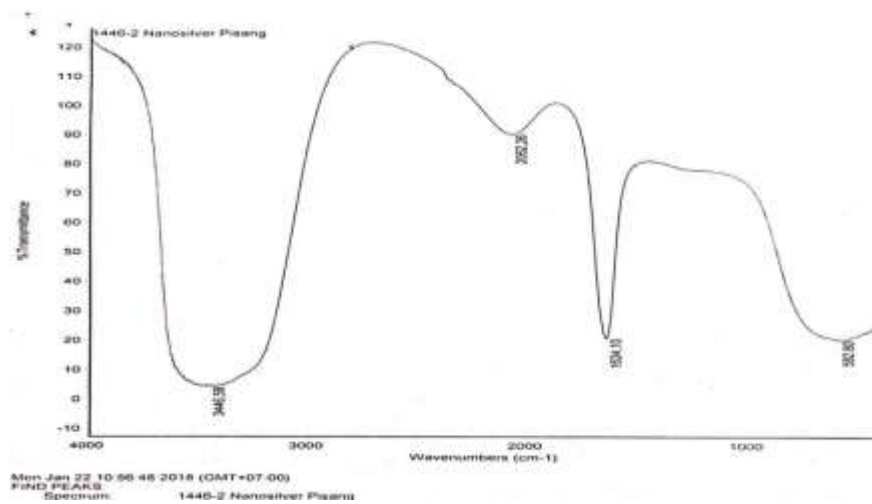
(b)

**Gambar 3.** Hasil pengukuran panjang gelombang *surface plasmon resonance (SPR)* formulasi nanopartikel perak pada jam ke-1 (a) dan 24 (b)

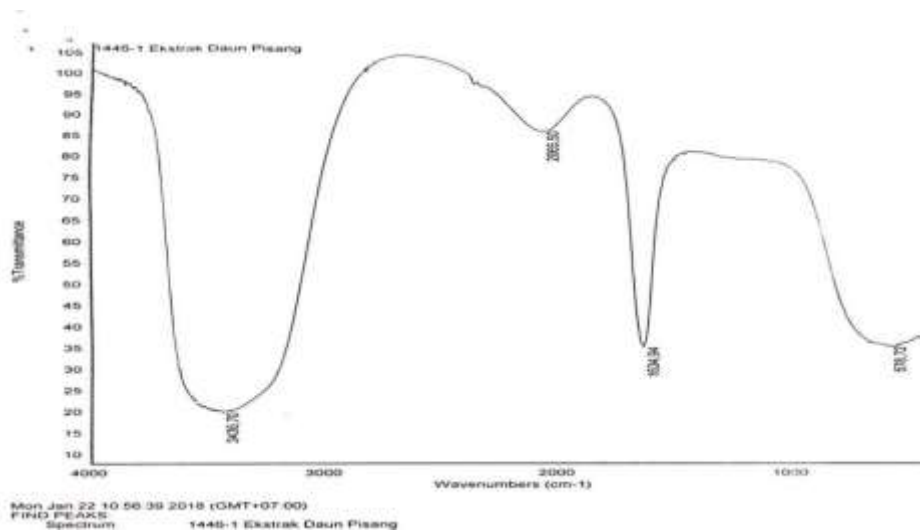


**Gambar 4.** Grafik distribusi ukuran partikel, menunjukkan partikel terdistribusi homogen dan tidak mengalami agregasi dilihat dari puncak yang terbentuk.

Berdasarkan pengamatan pada proses pembentukan nanopartikel perak yang dibantu oleh kelompok -OH dengan melihat perbedaan spektrum FTIR, hal ini sejalan dengan teori yang ada dengan terjadinya reaksi reduksi. Pengukuran berdasarkan PSA dari semua formula tidak berbeda dan cukup baik karena ukuran partikel dibawah 100 nm yaitu  $57,16 \pm 0,40$  hingga  $70,06 \pm 2,06$  nm. Selain waktu pembentukan, ukuran partikel, dan peran kelompok gugus fungsional dalam pembentukan karakteristik, hal lain yang diamati adalah morfologi nanopartikel. Penampakan pada TEM nanopartikel perak menunjukkan bentuk bulat kristal, yang mengindikasikan pembentukan nanopartikel perak yang cukup baik (Gambar 6).



(a)

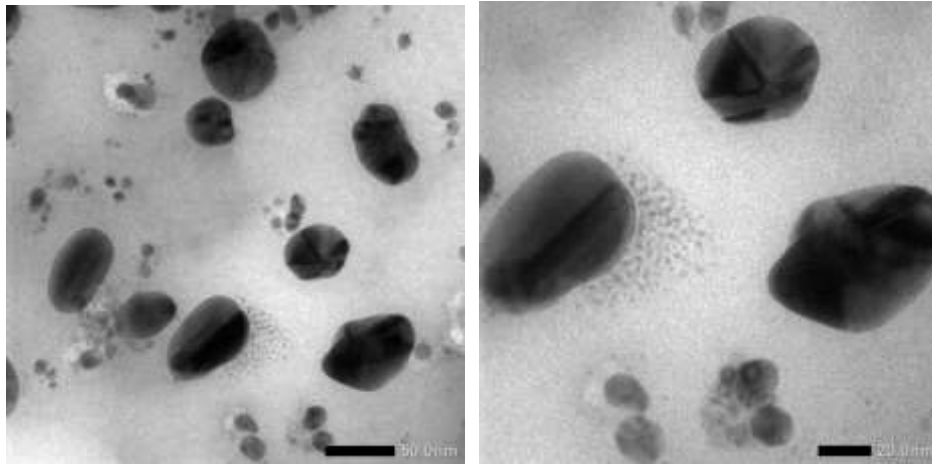


(b)

**Gambar 5.** Spektrum FTIR a. ekstrak daun pisang raja; b. nanopartikel perak biosintesis ekstrak daun pisang raja.



Gugus fungsi berperan dalam proses reduksi  $\text{Ag}^+$  dengan senyawa metabolit sekunder dari tanaman untuk dapat membentuk nanopartikel perak. Hasil dari spektrum FTIR dari nanopartikel perak daun pisang raja didapat pergeseran pada bilangan gelombang 3446,58; 2062,26; 1634,10 dan 582,80 ( $\text{cm}^{-1}$ ). Hasil pengujian didapatkan formula 7 sebagai formula terbaik dengan waktu perubahan warna 15 menit diperoleh ukuran terkecil  $57,16 \pm 0,40$  nm



**Gambar 6.** Morfologi nanopartikel perak biosintesis ekstrak daun pisang pada skala 50 nm (kiri) dan skala 20 nm (kanan), menunjukkan partikel berbentuk sferis.

#### 4. Kesimpulan

Hasil yang diperoleh bahwa daun pisang (*M. sapientum*) berpotensi menjadi bireduktor dan menghasilkan partikel nanosilver setelah dikombinasikan dengan perak nitrat 1mM. Hasil parameter yang diuji menunjukkan potensi senyawa EGCG dalam daun pisang untuk menghasilkan nanosilver.

#### 5. Ucapan terimakasih

Terimakasih kepada Kemenristekdikti yang telah memberikan pendanaan untuk penelitian, Jurusan Farmasi dan pusat penelitian Nanofarmasi Universitas Islam Indonesia yang sudah menunjang penelitian ini.

## 6. Daftar pustaka

- Ahmed, S., Ullah, S., Ahmad, M., Swami, B., & Ikram, S. (2015). Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using Azadirachta Indica Aqueous Leaf Extract. *Journal of radiation research and applied sciences*, 9. doi:10.1016/j.jrras.2015.06.006
- Asuquo, E., Udobi, C., & Hsu, T.-C. (2016). Antibacterial and Toxicity Studies of the Ethanol Extract of *Musa paradisiaca* Leaf. *Cogent Biology*, 2. doi:10.1080/23312025.2016.1219248
- Dutta, Partha, P., Bordoloi, Manobjyoti, Gogoi, Kabita., Roy, Sonali., Nazary, Bardwi., Dutta, P.P., Bordoloi, M., Gogoi, K., Roy, S., Narzary, B., Bhattacharyya, D.R., Mohapatra, P.K., Mazumder, B. (2017). Antimalarial silver and gold nanoparticles: Green synthesis, characterization and in vitro study. *Biomedicine & Pharmacotherapy* 91, 567–580.
- Ibrahim, H. M. M. (2015). Green Synthesis and Characterization of Silver Nanoparticles using Banana Peel Extract and Their Antimicrobial Activity Against Representative Microorganisms. *Journal of radiation research and applied sciences*, 8(3), 265-275. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jrras.2015.01.007>
- Karthik, R., Hou, Y.-S., Chen, S.-M., Elangovan, A., Ganesan, M., Muthukrishnan, P. (2016). Eco-friendly synthesis of Ag-NPs using *Cerasus serrulata* plant extract – Its catalytic, electrochemical reduction of 4-NPh and antibacterial activity. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry* 37, 330–339.
- Kulkarni, N., Muddapur, U. (2014). Biosynthesis of Metal Nanoparticles: A Review. *Journal of Nanotechnology*, 1–8.
- Masakke, Y., Sulfikar, S., & Rasyid, M. (2015). Biosintesis Partikel-nano Perak Menggunakan Ekstrak Metanol Daun Manggis (*Garcinia mangostana L.*) *Jurnal Sainsmat*, IV, 28-41. Retrieved from <http://ojs.unm.ac.id/index.php/sainsmat>
- Salasa, D., Aritonang, H., & Kamu, V. S. (2016). Sintesis Nanopartikel Perak (Ag) dengan Reduktor Natrium Borohidrida (NaBH<sub>4</sub>) Menggunakan Matriks Nata-De-Coco. *Chem. Prog*, 9, 34-40. doi:<https://doi.org/10.35799/cp.9.2.2016.27984>
- Sharma, M., Yadav, S., Ganesh, N., Srivastan, M.M., Srivastava, S.(2019). Biofabrication and Characterization of flavonoid-leded Ag, Au, Au-Ag bimetalic nanoparticles using seed extract of the plant *Madhuca longifolia* for enhancement in wound healing bio-efficacy. *Progress in Biomaterials* 13.
- Steinmann, J., Buer, J., Pietschmann, T., & Steinmann, E. (2013). Anti-infective Properties of Epigallocatechin-3-gallate (EGCG), A Component of Green Tea. *British journal of pharmacology*, 168(5), 1059-1073. doi:10.1111/bph.12009
- Vadlapudi, V., Behara, M., Sujatha, B., Naidu, G.K. (2013). Synthesis of Green Metallic Nanoparticles (NPs) and Applications. *Orient. J. Chem.* 29, 7.
- Zhang, X.-F., Liu, Z.-G., Shen, W., & Gurunathan, S. (2016). Silver Nanoparticles: Synthesis, Characterization, Properties, Applications, and Therapeutic Approaches. *International Journal of Molecular Science*, 17(9). doi:10.3390/ijms17091534