

## **Biosintesis Dan Karakterisasi Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Rimpang Rumput Teki (*Cyperus rotundus L.*)**

### **Biosynthesis And Characterization of Silver Nanoparticles Using Nutgrass Rhizome Extract (*Cyperus rotundus L.*)**

**Rosvita Hilbrida Sulastri<sup>1</sup>, Ni Nyoman Rupiasih<sup>2\*</sup>, I Wayan Supardi<sup>3</sup>, I Gde Antha Kasmawan<sup>4</sup>, I Gusti Agung Putra Adnyana<sup>5</sup>, I Nengah Sandi<sup>6</sup>**

<sup>1, 2, 3, 4, 5, 6</sup>Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali, Indonesia 80361  
Email: [hilbrida.sulastri029@student.unud.ac.id](mailto:hilbrida.sulastri029@student.unud.ac.id), [\\*rupiasih@unud.ac.id](mailto:*rupiasih@unud.ac.id), [supardi@unud.ac.id](mailto:supardi@unud.ac.id), [anthakas67@unud.ac.id](mailto:anthakas67@unud.ac.id), [igaaadnyana@unud.ac.id](mailto:igaaadnyana@unud.ac.id), [sandinengah@yahoo.com](mailto:sandinengah@yahoo.com)

**Abstrak** – Telah berhasil disintesis nanopartikel perak (AgNP) dengan menggunakan ekstrak rimpang rumput teki (*Cyperus rotundus L.*). Metode sintesis nanopartikel menggunakan bahan-bahan biologi baik mikroorganisme maupun tumbuh-tumbuhan disebut biosintesis. Variasi rasio larutan AgNO<sub>3</sub> terhadap ekstrak rimpang rumput teki dalam satuan  $\mu\text{L}$  dan mL, masing-masing adalah 2:10, 5:10, 10:10, 15:10, 20:10, dan 30:10. Proses pembentukan nanopartikel perak diamati dan dikarakterisasi dengan spektrofotometer UV-Vis, FTIR, dan SEM. Rasio sintesis yang memberikan hasil optimal adalah 20  $\mu\text{L}$  : 10 mL. Nanopartikel perak yang diperoleh memiliki karakteristik diantaranya panjang gelombang Surface Plasmon Resonance (SPR) 456,50 nm dan partikel berbentuk acak dengan ukuran rata-rata dalam rentang 31-40  $\mu\text{m}$ . Gugus-gugus fungsi yang terbentuk diantaranya O-H dengan puncak di sekitar 3456,59  $\text{cm}^{-1}$ , gugus C-H di sekitar 2391,93  $\text{cm}^{-1}$ , gugus O=C=O stretching di sekitar 2352,29  $\text{cm}^{-1}$ , gugus C-O di sekitar 1155,41  $\text{cm}^{-1}$ , dan gugus alkena C=C bending dengan puncak di sekitar 934,55  $\text{cm}^{-1}$ .

**Kata kunci:** Biosintesis; nanopartikel perak; rimpang rumput teki; optimasi; SPR

**Abstract** – Silver nanoparticles (AgNP) have been successfully synthesized using the rhizome extract of nutgrass (*Cyperus rotundus L.*). The method of synthesizing nanoparticles using biological materials, both microorganisms and plants, is called biosynthesis. The variation in the ratio of AgNO<sub>3</sub> solution and nutgrass rhizome extract in units of  $\mu\text{L}$  and mL were 2:10, 5:10, 10:10, 15:10, 20:10, and 30:10, respectively. The process of forming silver nanoparticles was observed and characterized by UV-Vis spectrophotometer, FTIR, and SEM. The synthesis ratio that gives optimal result is 20  $\mu\text{L}$  : 10 mL. The obtained silver nanoparticles have characteristic including Surface Plasmon Resonance (SPR) wavelength of 456.50 nm and random-shaped particles with an average size of 31-40  $\mu\text{m}$ . The function groups formed include O-H with a peak around 3456.59  $\text{cm}^{-1}$ , a C-H group around 2391.93  $\text{cm}^{-1}$ , an O=C=O group stretching around 1155.41  $\text{cm}^{-1}$ , and the alkene group C=C bending with a peak at around 934.55  $\text{cm}^{-1}$ .

**Keywords:** Biosynthesis; silver nanoparticles; nutgrass rhizome; optimise; SPR.

#### **1. Pendahuluan**

Nanoteknologi merupakan pengetahuan dan kontrol material pada skala nano, yaitu dalam dimensi 10 - 100 nm. Emas, perak, dan tembaga telah banyak disintesis menjadi nanopartikel, yang berguna dalam bidang fotografi, pelabelan, katalis, *photonics*, dan optoelektronik [1]. Nanopartikel yang paling banyak digunakan adalah nanopartikel emas, namun tidak sedikit juga yang menggunakan nanopartikel perak karena memiliki karakteristik yang unik yaitu ion perak akan membawa tegangan elektrostatik karena kehilangan elektron valensinya [2]. Perak terproteksi mempunyai reflektivitas optik yang lebih tinggi daripada aluminium pada panjang gelombang lebih dari 450 nm. Pada panjang gelombang kurang dari 450 nm, reflektivitas perak menjadi di bawah aluminium dan turun drastis menjadi nol pada panjang

gelombang 310 nm. Perak merupakan logam yang berwarna putih dan berkilau, memiliki konduktivitas listrik, konduktivitas termal, dan reflektivitas tertinggi di antara semua logam, dan sangat elastis [3].

Berbagai metode telah dilakukan untuk mensintesis nanopartikel salah satunya dengan metode biologi, yang lebih dikenal dengan metode biosintesis. Biosintesis adalah cara sintesis nanopartikel dengan menggunakan media dari bahan-bahan biologi baik mikroorganisme maupun tumbuh-tumbuhan. Metode ini merupakan suatu cara yang aman, hemat biaya, dan ramah lingkungan. Penggunaan bahan ramah lingkungan tersebut sangat bermanfaat bagi biomedis dan farmasi karena dalam proses sintesisnya tidak menggunakan bahan kimia yang berbahaya bagi tubuh. Biosintesis menggunakan ekstrak tumbuhan lebih sederhana dibandingkan dengan menggunakan mikroorganisme, karena tidak perlu menyiapkan media mikroorganisme atau kultur sel, yang prosesnya cukup rumit [1].

Tanaman rumput teki merupakan salah satu tanaman obat tradisional yang sering digunakan untuk pengobatan seperti gatal-gatal di kulit, bisul, dan keputihan. Bagian rumput teki yang biasa digunakan yaitu umbi atau rimpang. Rimpang teki ini mengandung senyawa kimia seperti minyak atsiri, alkaloid, flavonoid, polifenol, amilum, resin, tannin, triterpen, d-glukosa, d-fruktosa, dan gula tak tereduksi [4].

Hasil uji fitokimia pada rimpang rumput teki yang diteliti sebelumnya menunjukkan bahwa rimpang rumput teki mengandung alkaloid, flavonoid, terpenoid, steroid, saponin, dan minyak atsiri. Pada studi fitokimia sebelumnya juga menyatakan bahwa tanaman rumput teki mengandung beberapa senyawa kimia, seperti alkaloid, flavonoid, tannin, pati, glikosida, furochromenes, seskuiterpenoid, saponin, dan minyak atsiri. Kandungan alkaloid yang terdapat pada rimpang rumput teki sekitar 0,3-1%, begitupun pada minyak atsiri sebanyak 0,3-1% dan flavonoid sebanyak 1-3%. Kandungan ini dapat berbeda sesuai tempat asal tumbuh tanaman rumput teki tersebut. Hasil penelitian kualitatif dan kuantitatif kandungan senyawa kimia pada rimpang rumput teki disebutkan bahwa terdapat senyawa tannin dengan kadar 6,5% dan minyak atsiri dengan kadar 1,2%, yang dapat berpengaruh pada pereda nyeri [5-6].

## 2. Landasan Teori

Berbagai metode telah dilakukan untuk mensintesis nanopartikel. Ada tiga metode yang digunakan diantaranya metode biologi (biosintesis), metode fisika (*top-down*), dan metode kimia (*bottom-up*). Metode fisika merupakan proses sintesis nanopartikel secara fisika, dengan cara memecah padatan logam menjadi partikel-partikel berukuran nanometer, sedangkan metode kimia merupakan proses sintesis nanopartikel perak menggunakan reaksi kimia [1]. Biosintesis adalah sintesis nanopartikel dengan menggunakan media dari bahan-bahan biologi baik mikroorganisme maupun tumbuh-tumbuhan [7].

Beberapa jenis tumbuhan telah digunakan dalam proses biosintesis nanopartikel baik perak maupun emas, diantaranya *Persea americana* (Alpukat), *Syzygium polyanthum* (Daun salam), *Eichornia crassipes* (Eceng gondok), *Passiflora flavicarva* (Markisa), *Averrhoa bilimbi L* (Belimbing Wuluh), *Cucurbita maxima* (Labu kabocha), *Piriploca aphylla*, *Garcinia mangostana* (Manggis), *Andrographis paniculata Ness* (Sambiloto), dari beberapa jenis tumbuhan tersebut memberikan hasil dan karakteristik yang berbeda.

Salah satu teknik yang digunakan untuk memonitor proses pembentukan nanopartikel adalah spectrophotometer UV-Vis. Teknik-teknik yang digunakan untuk mengkarakterisasi nanopartikel yang telah terbentuk diantaranya *spectrophotometer FTIR (Fourier Transform Infra-Red)*, dan SEM (*Scanning Electron Microscopy*). FTIR digunakan untuk menganalisis gugus-gugus fungsi yang terdapat pada nanopartikel, dan SEM digunakan untuk analisis morfologi, dan ukuran rata-rata dari partikel.

## 3. Metode Penelitian

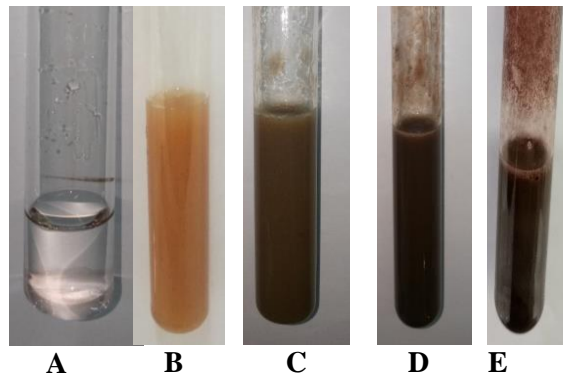
Pada penelitian ini, biosintesis nanopartikel perak (AgNP) dilakukan dalam dua (2) tahap yaitu, tahap optimasi proses dan tahap produksi. Biosintesis dilakukan dengan menggunakan ekstrak rimpang rumput teki (*Cyperus rotundus L.*). Rimpang rumput teki diekstrak dengan cara 50 g rimpang rumput teki ditambahkan 125 ml aquades. Selanjutnya campuran dipanaskan sampai mendidih selama 5 menit, kemudian didinginkan sampai mencapai temperatur ruang dan disaring. Pada tahap optimasi, sintesis dilakukan dengan rasio larutan AgNO<sub>3</sub> (dalam satuan µl) dan ekstrak rimpang teki (dalam satuan ml) yaitu 2:10, 5:10, 10:10, 15:10, 20:10, dan 30:10. Waktu pengamatan adalah 1-24 jam. Dari tahap optimasi diperoleh rasio sintesis yang memberikan hasil maksimum adalah rasio 20 µl : 10 ml. Selanjutnya dilakukan tahap produksi dimana sintesis dilakukan dengan rasio optimal dan waktu pengamatan 1-120 jam. Di setiap tahap, reaksi pembentukan nanopartikel perak diamati dengan

menggunakan spektrofotometer UV-Vis, sedangkan karakterisasi nanopartikel yang diperoleh dilakukan dengan spektrofotometer UV-Vis, FTIR, dan SEM.

#### 4. Hasil Dan Pembahasan

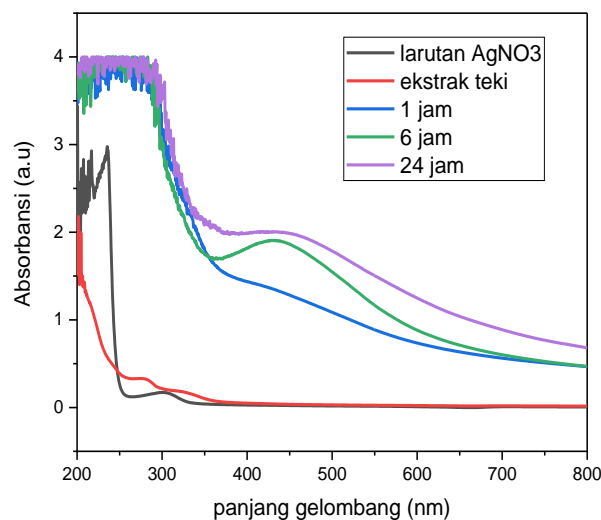
##### A. Tahap optimasi

Pada tahap optimasi diperoleh hasil sebagai berikut. Pada proses biosintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak rimpang rumput teki ini teramati perubahan warna larutan dari kuning menjadi coklat sampai coklat kemerahan. Perubahan warna tersebut merupakan salah satu indikator terbentuknya nanopartikel perak [8]. Campuran larutan yang terdiri dari  $\text{AgNO}_3$  dan ekstrak rimpang rumput teki mengalami perubahan warna dari kuning menjadi coklat setelah 1 jam, kemudian berwarna coklat kemerahan setelah 24 jam. Selanjutnya, warna coklat kemerahan dari larutan tersebut bertambah pekat seiring bertambahnya waktu seperti tampak pada Gambar 1. Untuk memastikan bahwa campuran yang berwarna coklat tersebut merupakan koloid dari nanopartikel perak yang telah disintesis, maka diambil pembacaan spektrum menggunakan spektrofotometer UV-Vis.



**Gambar 1.** Foto sampel: A) larutan  $\text{AgNO}_3$ ; B) larutan ekstrak rimpang teki; C), D), dan E) adalah koloid nanopartikel perak setelah sintesis 1 jam, 6 jam, dan 24 jam.

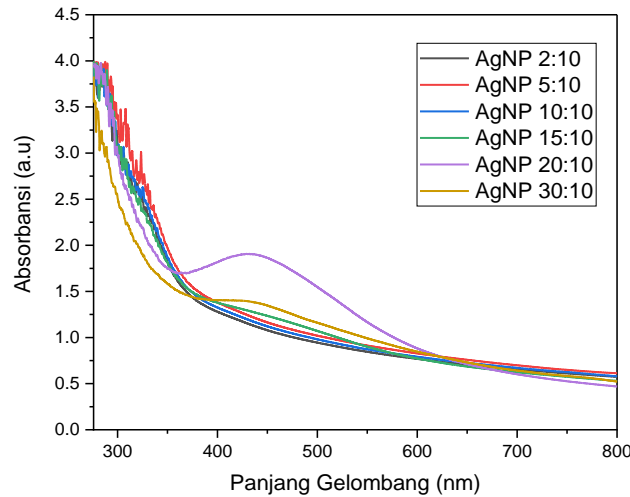
Data hasil analisis UV-Vis dari masing-masing larutan yang digunakan diantaranya larutan  $\text{AgNO}_3$  dan ekstrak rimpang rumput teki, serta koloid nanopartikel perak hasil sintesis dengan waktu 1, 6, dan 24 jam seperti diperlihatkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Spektrum UV-Vis dari larutan  $\text{AgNO}_3$ , ekstrak rimpang teki, dan koloid nanopartikel perak dengan rasio sintesis  $20 \mu\text{l} : 10 \text{ ml}$  dan waktu pengamatan 1, 6, dan 24 jam.

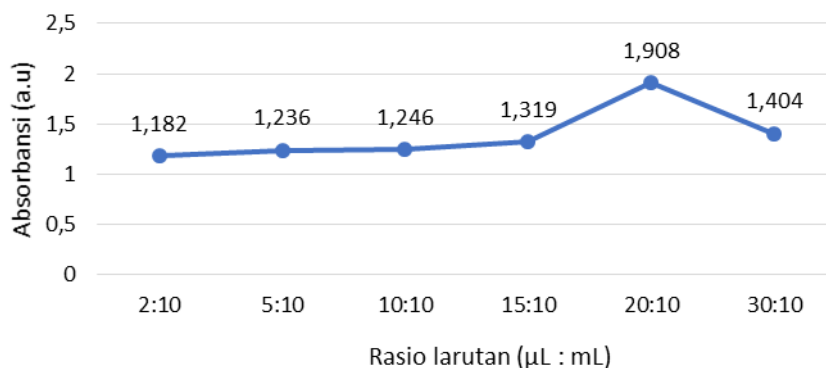
Selanjutnya dilakukan tahap optimasi proses sintesis. Pada tahap ini telah dilakukan variasi rasio larutan  $\text{AgNO}_3$  terhadap ekstrak rimpang rumput teki dalam satuan  $\mu\text{L}$  dan mL, masing-masing adalah 2:10, 5:10, 10:10, 15:10, 20:10, dan 30:10. Setelah 6 jam reaksi berlangsung masing-masing dari sampel

dilakukan pengukuran UV-Vis dan diperoleh hasil seperti pada Gambar 3. Hasil analisisnya dituliskan pada Tabel 1.



**Gambar 3.** Spektra UV-Vis dari nanopartikel perak hasil biosintesis ekstrak rimpang rumput teki dengan berbagai rasio dalam satuan  $\mu\text{L}$  dan  $\text{mL}$ , masing-masing adalah 2:10, 5:10, 10:10, 15:10, 20:10, dan 30:10  $\text{AgNO}_3$  dan waktu sintesis 6 jam.

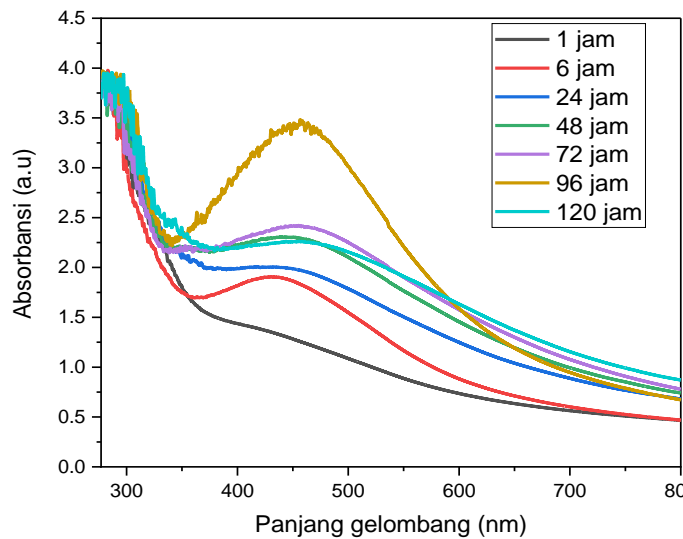
Gambar 3 menunjukkan bahwa spektrum serapan UV-Vis nanopartikel perak hasil biosintesis dengan berbagai rasio larutan  $\text{AgNO}_3$  dan ekstrak rimpang rumput teki. Tampak bahwa spektrum untuk sampel dengan rasio 20:10 dan 30:10, tampak terbentuk sebuah puncak pita absorbansi pada panjang gelombang masing-masing di sekitar 432 nm dan 415 nm. Panjang gelombang tersebut merupakan karakteristik absorbansi SPR yang khas dari nanopartikel perak. *Surface plasmon* adalah gelombang elektromagnetik *evanescent* yang dibangkitkan oleh adanya kopling antara medan elektromagnetik dari laser dengan elektron-elektron di sekitar permukaan logam [1]. Sedangkan pada sampel dengan rasio 2:10, 5:10, 10:10, dan 15:10 teramati puncak pita absorbansi nanopartikel perak yang lebar. Dari spektra UV-Vis pada Gambar 3 diperoleh puncak SPR dari masing-masing sampel dan nilai absorbansinya masing-masing seperti tampak pada Gambar 4. Dari gambar dapat ditentukan bahwa rasio sintesis 20:10 memberikan nilai absorbansi terbesar untuk waktu sintesis sekitar 6 jam. Rasio sintesis tersebut, yang merupakan hasil optimasi dan digunakan pada tahap produksi dan karakterisasi nanopartikel selanjutnya.



**Gambar 4.** Grafik nilai absorbansi dari masing-masing sampel sintesis nanopartikel perak.

### B. Tahap produksi

Pada tahap produksi ini juga dapat ditentukan laju biosintesis nanopartikel. Hasil pengamatan diperoleh data UV-Vis seperti tampak pada Gambar 5 dan analisisnya terlihat pada Tabel 2.



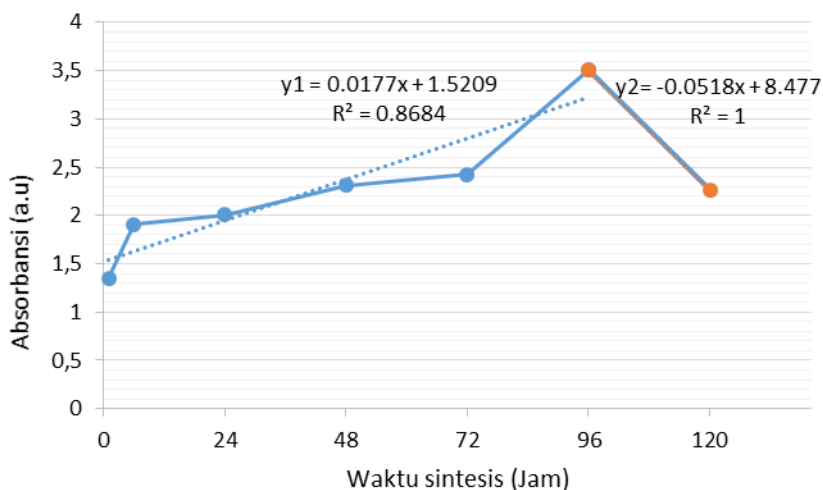
**Gambar 5.** Spektra UV-Vis dari nanopartikel perak, hasil sintesis menggunakan ekstrak rimpang rumput teki untuk waktu sintesis 1-120 jam.

Gambar 5 menunjukkan spektrum serapan UV-Vis nanopartikel perak hasil biosintesis sebagai fungsi waktu sintesis. Masing-masing spektrum pada gambar memperlihatkan terbentuknya sebuah puncak pita absorpsi pada panjang gelombang di sekitar 456,50 nm. Panjang gelombang tersebut merupakan karakteristik absorpsi pada panjang gelombang SPR yang khas dari nanopartikel perak. *Surface plasmon* adalah gelombang elektromagnetik *evanescent* yang dibangkitkan oleh adanya *kopling* antara medan elektromagnetik (dari laser) dengan elektron-elektron di sekitar permukaan logam [1]. Analisis selengkapnya dituliskan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Data laju sintesis nanopartikel perak.

Waktu sintesis (jam)	Absorbansi (a.u.)	Puncak SPR (nm)
1	1,352	430,00
6	1,908	432,00
24	2,008	417,50
48	2,311	439,00
72	2,423	455,00
96	3,505	456,50
120	2,262	456,00

Dari data Tabel 1 dapat diplot grafik antara waktu sintesis dengan nilai absorbansi, seperti tampak pada Gambar 6. Pada grafik tampak bahwa nilai absorbansi meningkat secara linear dengan bertambahnya waktu dari 1-96 jam. Dengan melakukan regresi maka diperoleh persamaan garis  $y_1 = 0,0177x + 1,5209$ , dimana diperoleh laju sintesis nanopartikel perak dengan ekstrak rimpang rumput teki sebesar 0,0177 satuan/jam. Sedangkan dari waktu 96 jam sampai 120 jam, nilai absorbansi mengalami penurunan sangat drastis dan diperoleh persamaan  $y_2 = -0,0518x + 8,477$ . Hal ini menunjukkan bahwa proses sintesis atau proses reaksi sudah selesai [9-12]. Data pada Tabel 1 juga memperlihatkan terjadinya pergeseran panjang gelombang SPR yaitu dari 430 nm ke 456,50 nm, yang terjadi seiring bertambahnya waktu sintesis dari 1 sampai 120 jam. Puncak SPR pada panjang gelombang di sekitar 456,50 nm sesuai yang telah dilaporkan oleh Indah (2022) yaitu berada di sekitar 454-486 nm [9]; oleh Handayani (2010) berada di sekitar 400-450 nm [10], oleh Yonatha (2015) berada di sekitar 450 nm, dan oleh Chalish (2015) berada di sekitar 414-471 nm [11-12].

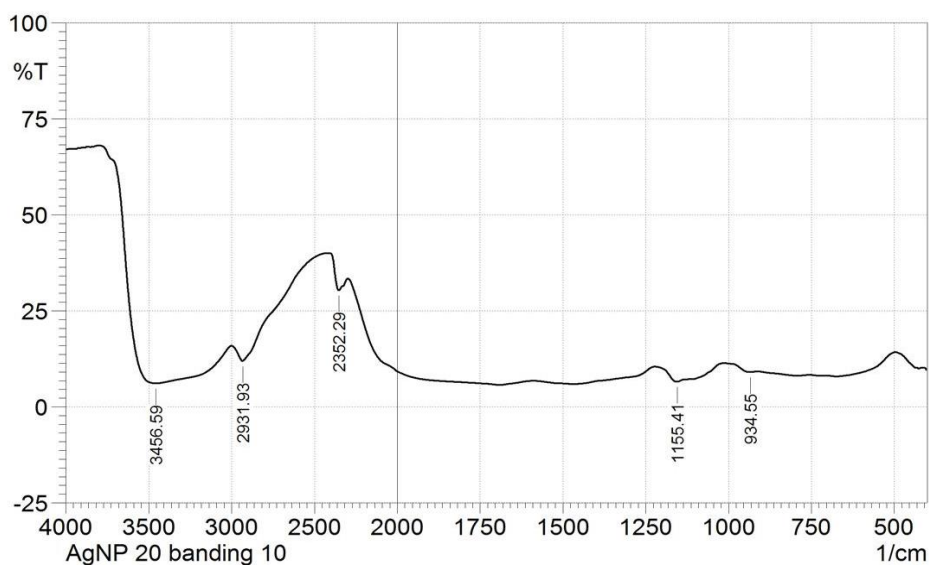


**Gambar 6.** Grafik absorbansi dari koloid nanopartikel perak sebagai fungsi waktu sintesis 1-120 jam, dimana y adalah absorbansi (dalam satuan a.u.) dan x adalah waktu sintesis (dalam jam).

C. Karakterisasi nanopartikel perak

C.1. Karakterisasi menggunakan FTIR

Hasil karakterisasi FTIR dari nanopartikel perak hasil sintesis seperti tampak pada Gambar 7. Pada spektrum, untuk gugus fungsi yang terbentuk sudah ditandai dengan label bilangan gelombang dan penjelasan gugus fungsinya dituliskan pada Tabel 2.



**Gambar 7.** Spektrum FTIR nanopartikel perak, hasil biosintesis menggunakan ekstrak rimpang rumput teki.

**Tabel 2.** Data analisis FTIR dari senyawa nanopartikel perak hasil biosintesis menggunakan ekstrak rimpang rumput teki.

Bilangan gelombang (cm <sup>-1</sup> )	Gugus fungsional	Referensi
3456,59	O-H <i>stretching</i>	[13-14]
2931,93	C-H Amine II <i>stretching</i>	[1, 13]
2352,29	C=O=C <i>stretching</i>	[13]
1155,41	C-O <i>stretching</i>	[13]
934,55	C=C <i>bending</i>	[13, 15]

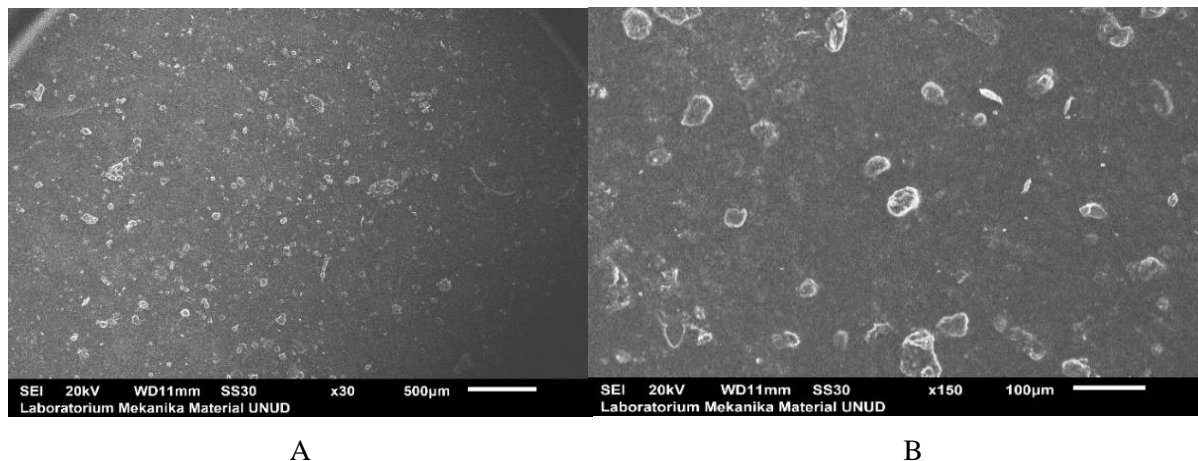
Data pada Tabel 2 menunjukkan banyak gugus fungsi yang mungkin bertanggung jawab atas bioreduksi ion Ag<sup>+</sup> menjadi nanopartikel Ag. Kesamaan antara spektrum dengan beberapa pergeseran



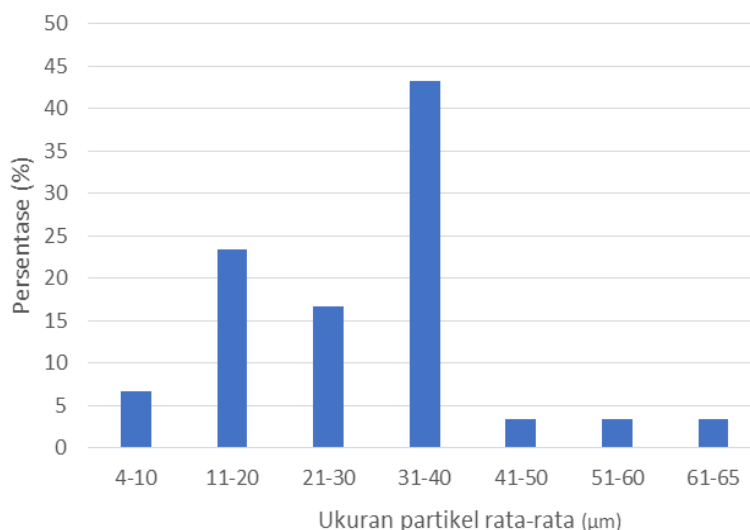
pada posisi puncak, secara jelas menunjukkan adanya sisa dari ekstrak tanaman dalam sampel sebagai *capping agent* pada nanopartikel perak. Oleh sebab itu, dapat disimpulkan bahwa biomolekul tersebut bertanggung jawab sebagai *capping agent* dari nanopartikel yang disintesis menggunakan ekstrak rimpang rumput teki.

### C.2. Karakterisasi menggunakan SEM

Gambar morfologi, hasil karakterisasi SEM ditampilkan pada Gambar 8. Dari Gambar 8 tampak bahwa nanopartikel perak hasil biosintesis menggunakan ekstrak rimpang rumput teki berbentuk acak. Serta, dari gambar juga dapat diplot grafik distribusi ukuran nanopartikel perak seperti tampak pada Gambar 9. Dari grafik distribusi tersebut diperoleh ukuran rata-rata nanopartikel perak adalah dalam rentang 31-40  $\mu\text{m}$ .



**Gambar 8.** Gambar morfologi nanopartikel perak hasil sintesis dengan ekstrak rimpang rumput teki, A) perbesaran 30x dan B) perbesaran 150x.



**Gambar 9.** Grafik distribusi dari ukuran nanopartikel perak hasil sintesis menggunakan ekstrak rimpang rumput teki.

## 5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa tanaman rumput teki dapat digunakan untuk mensintesis nanopartikel perak, dalam hal ini telah digunakan ekstrak rimpangnya. Rasio sintesis, larutan  $\text{AgNO}_3$ : larutan ekstrak rimpang rumput teki, yang memberikan hasil optimum adalah 20  $\mu\text{l}$  : 10 ml dengan waktu sintesis 96 jam. Karakteristik nanopartikel perak hasil sintesis yaitu panjang gelombang SPR adalah 456,50 nm, partikel berbentuk acak, dan ukuran partikel rata-rata dalam rentang 31-40  $\mu\text{m}$ . Gugus-gugus fungsi yang terbentuk diantaranya O-H dengan puncak di sekitar 3456,59  $\text{cm}^{-1}$ , gugus C-H

dengan puncak di sekitar  $2391,93\text{ cm}^{-1}$ , gugus  $\text{O}=\text{C}=\text{O}$  *stretching* dengan puncak  $2352,29\text{ cm}^{-1}$ , gugus  $\text{C}-\text{O}$  dengan puncak  $1155,41\text{ cm}^{-1}$ , dan gugus alkena  $\text{C}=\text{C}$  *bending* dengan puncak  $934,55\text{ cm}^{-1}$ .

### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih saya kepada Prodi Fisika dan Laboratorium Bersama FMIPA Universitas Udayana untuk fasilitas yang diberikan di dalam penyelesaian penelitian ini.

### Pustaka

- [1] Purnomo, S.R, 2017, Studi Sintesis nanopartikel Perak Dengan Metode Biologi Menggunakan Tanaman Sambiloto (*Andrographis paniculate* Ness), *Buletin Fisika* vol 18 No. 1 Februari 2017: 6-11.
- [2] Haryono, A., Sondari, D., dan Randy M, Sintesa Nanopartikel Perak dan Potensi Aplikasinya, *Jurnal Riset Industri*, vol 2, no. 3, 2008, pp. 156-163.
- [3] Roddu, A.K, 2021, Sintesis Nanopartikel Emas dan Perak Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Okra (*abelmoschus esculentus* (L) moench) dan Apikasinya Dalam Desain Sensor Gula Darah, *Disertasi*, Program Pascasarjana Universitas hasanuddin Makassar.
- [4] Murnah, 1995, Pemeriksaan Kualitatif dan Kuantitatif Minyak Atsiri dan Tanin Dalam Umbi Rumput Teki, *Jurnal Kedokteran Diponegoro*, 30 (3 dan 4): 234-235.
- [5] Rahim, F., E. S. Wardi., I. Anggraini, 2016, Formulasi Bedak Tabur Ekstrak Rimpang Rumput Teki (*Cyperus rotundus* L.) Sebagai Antiseptik, *Jurnal Ipteks Terapan Research of Applied Science and Education* V12: i (1-8).
- [6] Fridiana, D, 2012, Uji Antiinflamasi Ekstrak Umbi Rumput Teki (*Cyperus rotundus* L.) pada Kaki Tikus Wistar Jantan Yang Diinduksi Karagen, *Skripsi*, Universitas Jember.
- [7] Rupiasih, N.N., Avinash Aher, Suresh Gosaviand, P.B Vidyasagar, 2013, Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using Latex Extract of *Thevetia Peruviana*: A Novel Approach Towards Poisonous Plat Utilization, *Journl Of Physics: Conference Series*.
- [8] Lestari, G, A, D., Pande, M, D, R., & James, S, 2022, Aplikasi Antibakteri Nanopartikel Perak (AgNP) Hasil Biosintesis dengan Ekstrak Daun Kemangi, *Jurnal Riset Kimia* 8(1), 2022: 17-24.
- [9] Indah., Muhammad, A, SR., Nielma, A., & Andi, T, A, 2022, Sintesis Nanopartikel Perak Dengan Air Rebusan Daun Pegagan (*Centella asiatica* L.) Dan Uji Aktivitas Dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* Dan *Staphylococcus aureus*, *Original Article MFF* 2022; 26(2): 88-91.
- [10] Handayani, W., Bakir., Cuk Imawan & Susiani, P, 2010, Potensi Ekstrak Beberapa Jenis Tumbuhan Sebagai Agen Pereduksi Untuk Biosintesis Nanopartikel Perak, *Seminar Nasional*, Universitas Indonesia. SB/O/BF/13.
- [11] Yonatha, M, P., Yuli H., & Ganis, F, K, 2015, Biosintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Air Rimpang Lengkuas (*Alpinia galanga*) Dengan Bantuan Microwave Serta Uji Aktivitas Antibakteri, *Repository University of Riau*.
- [12] Chalisch, D, T, A., Haryani, Y., & Yurhamen, 2015, Biosintesis Nanopartikel Perak Mengguakan Ekstrak Air Rimpang Lengkuas (*Alpinia galanga*) Dengan Bantuan Shaker Serta Uji Aktivitas Antibakteri, *Repository University of Riau*.
- [13] Nurfirzatulloh, I., Iin, S., Mutiara, I., Rifka, A, S., & Ermi, A, 2023, Identifikasi Gugus Fungsi Tanin pada Beberapa Tumbuhan dengan Instrumen FTIR, *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, Februari 2023, 9 (4), 201-209.
- [14] Yenni, O., M, Zakir., & I, Raya, 2015, Sintesis Nanopartikel Emas dengan Bioreduktor Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa Blimbi* L.) Yang Dimodifikasi 2, 4, 6-Tritol-1,3,5-Triazin Untuk Sensor Melamin, *Provided by Hasanuddin University Repository*.



- [15] Iriany., H, Angkasa., & Cut, A, N, 2021, Ekstraksi Tanin dari Buah Balakka (*Phyllanthus emblica* L.) dengan Bantuan Microwave: Pengaruh Daya Microwave, Perbandingan Massa Kering Terhadap Jumlah Pelarut Etil Asetat, *Jurnal Teknik Kimia USU*, Vol. 10, No. 1, Maret 2021, 8-12.