



# BIOSINTESIS NANOPARTIKEL PERAK MENGUNAKAN EKSTRAK DAUN KARET (*Hevea brasiliensis*) SEBAGAI REDUKTOR DAN KARAKTERISASINYA

Yulia Astari Nurhasanah<sup>1\*</sup>, Itnawita<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program S1 Kimia

<sup>2</sup>Dosen Bidang Kimia Analitik Jurusan Kimia

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau Kampus

Binawidya, Pekanbaru, 28293, Indonesia

[\\*yulia.astari3105@student.unri.ac.id](mailto:yulia.astari3105@student.unri.ac.id)

## ABSTRACT

One of method for the synthesis of nanoparticles were environmentally friendly is to use the biosynthesis method using plants as a reductant. In this research, the optimization of synthesis parameter were evaluated based on four parameters such as concentration of AgNO<sub>3</sub>, AgNO<sub>3</sub> volume, pH and incubation time used rubber leaves (*Hevea brasiliensis*) as a reductor. This study aims to optimize the synthesis parameters and characterize it. Optimization occurred at 0.001 M of silver nitrate AgNO<sub>3</sub> solution, 12 mL of silver nitrate AgNO<sub>3</sub> solution, at pH 11 and 70 minutes of incubation time. The result of characterization used by UV-Vis were obtained at  $\lambda_{max}$  431 nm with an absorbance value of 2.181. The results of measurements used by FTIR obtained functional groups -OH; C = C Aromatic; C-H Alkane; C-N Amine and C-O Alcohol, with SEM obtained the average particle size distribution of 37.8486 nm and measurement used by XRD obtained the average size of crystallinity of silver nanoparticles particles is 12.5382 nm. Therefore, nanoparticles synthesized using rubber leaves (*Hevea brasiliensis*) could be a reducing and stabilizing agent in silver nanoparticles synthesis.

Keywords : biosynthesis, *Hevea brasiliensis*, silver nanoparticle



## ABSTRAK

Salah satu metode untuk sintesis nanopartikel yang bersifat ramah lingkungan adalah dengan menggunakan metode biosintesis yaitu menggunakan tumbuh-tumbuhan sebagai reduktor. Pada penelitian ini kondisi optimal sintesis dilakukan terhadap empat parameter sintesis yaitu konsentrasi  $\text{AgNO}_3$ , volume  $\text{AgNO}_3$ , pH dan waktu kontak menggunakan daun karet (*Hevea brasiliensis*) sebagai reduktor. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui parameter sintesis dan karakterisasinya. Optimasi terjadi pada konsentrasi  $\text{AgNO}_3$  0,001 M, volume  $\text{AgNO}_3$  12 mL, pH 11 dan waktu inkubasi selama 70 menit. Hasil karakterisasi dengan menggunakan UV-Vis didapatkan pada  $\lambda_{\text{max}}$  431 nm dengan nilai absorbansi yaitu 2,181. Hasil pengukuran menggunakan FTIR didapatkan gugus fungsi  $-\text{OH}$ ;  $\text{C}=\text{C}$  Aromatik;  $\text{C}-\text{H}$  Alkana;  $\text{C}-\text{N}$  Amina dan  $\text{C}-\text{O}$  Alkohol, dengan SEM didapatkan distribusi ukuran partikel rata-rata yaitu 37,8486 nm dan pengukuran menggunakan XRD didapatkan rata-rata ukuran kristalinitas partikel nanopartikel perak yaitu 12,5382 nm. Oleh karena itu, nanopartikel yang disintesis menggunakan daun karet dapat menjadi agen pereduksi dan penstabil yang cukup baik dalam sintesis nanopartikel perak.

Kata kunci : biosintesis, *Hevea brasiliensis*, nanopartikel perak

## PENDAHULUAN

Tanaman karet merupakan salah satu komoditi pertanian penting di lingkungan Internasional dan juga Indonesia. Tanaman karet pertama kali diperkenalkan di Indonesia tahun 1864 pada masa penjajahan Belanda. Daerah yang pertama kali digunakan sebagai tempat uji coba penanaman karet adalah Pamanukan dan Ciasem, Jawa Barat. Jenis yang pertama kali diuji cobakan di kedua daerah tersebut adalah spesies *Ficus elastica* atau karet rembung. Di Indonesia tanaman pohon karet berasal dari negara Brazil berjenis (*Hevea brasiliensis*), karena iklim sesuai dengan habitat aslinya yang tumbuh baik pada suhu  $25^\circ\text{C}$ - $30^\circ\text{C}$  dengan curah hujan optimal 2000-2500 mm/tahun dan ketinggian 1 meter hingga 600 meter dari permukaan laut.

Nanopartikel adalah partikel yang berukuran antara 1-100 nanometer. Dalam nanoteknologi, suatu partikel didefinisikan sebagai objek kecil yang berperilaku sebagai satu kesatuan terhadap sifat dan transportasinya. Partikel ultra halus serupa dengan nanopartikel dan berukuran antara 1

dan 100 nanometer, partikel halus berukuran antara 100 dan 2,500 nanometer, dan partikel kasar berukuran antara 2,500 dan 10,000 nanometer (Priyo, 2017).

Menurut Wendri, (2017) baru-baru ini telah berkembang dengan pesat teknologi nanopartikel atau sering disebut nanoteknologi. Nanopartikel perak (NPP) diketahui memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan nanopartikel emas, diantaranya sifat optisnya yang lebih baik dari nanopartikel emas.

Biosintesis merupakan teknik sintesis nanopartikel dengan menggunakan media dari bahan-bahan tumbuhan. Metode ini lebih aman, hemat biaya dan ramah lingkungan (Purnomo *et al.*, 2017). Prinsip biosintesis dengan metode reduksi dalam preparasi nanopartikel ialah memanfaatkan tumbuhan sebagai agen pereduksi (Haq dan Pratiwi, 2019).

Garam perak yang biasa digunakan adalah perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ). Prasetiowati, (2018) Pengaruh konsentrasi  $\text{AgNO}_3$  sebagai prekursor terhadap bentuk dan ukuran nanopartikel perak serta pengaruh



konsentrasi nanopartikel perak terhadap pertumbuhan bakteri. Bio reduktor dapat diperoleh dari bahan alam yang mengandung senyawa antioksidan yang dapat mereduksi perak, terutama kandungan senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid dan tanin yang memiliki aktifitas antioksidan.

Ekstrak tanaman yang mengandung metabolit sekunder seperti flavonoid memiliki aktivitas antioksidan yang dapat berperan sebagai bio reduktor untuk menghasilkan nanopartikel perak (Taba *et al.*, 2019). Salah satu indikator keberhasilan terbentuknya nanopartikel perak dalam larutan ditandai dengan adanya perubahan warna dari kekuningan hingga coklat kemerahan seiring lamanya waktu sintesis.

## METODE PENELITIAN

### a. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Beaker glass*, *centrifuge*, termometer, kaca arloji, neraca analitik, saringan nilon, aluminium foil, batang pengaduk, *hotplate*, pH meter, kertas saring whatman 42, pipet ukur, spektrofotometer *Agilent Cary 60 UV-VIS*, *FTIR Shimadzu IR Prestige-21 spectrophotometer*, *Scanning Electron Microscopy*, *X-RAY Diffraction* dan peralatan gelas lainnya yang umum digunakan di laboratorium Kimia FMIPA Universitas Riau.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun karet (*Hevea brasiliensis*), akua DM, Perak Nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ), Asam Klorida ( $\text{HCl}$ ) dan Natrium Hidroksida ( $\text{NaOH}$ ).

### b. Preparasi Ekstrak Daun Karet (*Hevea brasiliensis*)

Daun karet dicuci hingga bersih menggunakan akuades sebanyak 2 kali untuk menghilangkan pengotor yang ada, kemudian dikeringkan dengan cara diangin-anginkan pada suhu ruang selama

1-2 minggu. Setelah dikeringkan, daun karet dipotong kecil-kecil untuk selanjutnya digunakan pada proses ekstraksi. Daun karet sebanyak 5 gram dimasukkan ke dalam akua DM sebanyak 200 mL dalam *beaker glass* 250 mL dan dipanaskan pada suhu  $50^\circ\text{C}$  selama 30 menit. Ekstrak yang dihasilkan didinginkan pada suhu ruang dan disaring menggunakan saringan nilon. Filtrat yang dihasilkan dapat digunakan langsung untuk proses sintesis nanopartikel perak (NPP). Sisa filtrat dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer dan disimpan di dalam kulkas pada suhu  $\pm 4^\circ\text{C}$ .

### c. Uji Fitokimia

Uji pendahuluan kandungan metabolit sekunder dilakukan terhadap daun karet (*Hevea brasiliensis*). Sebanyak 5 gram sampel digerus sampai halus, kemudian diekstraksi dengan etanol, ditambahkan masing-masing 5 mL air suling dan kloroform lalu dikocok kuat dan dibiarkan beberapa saat hingga terbentuk dua lapisan. Lapisan air (atas) digunakan untuk uji senyawa flavonoid, saponin dan fenolik. Lapisan kloroform (bawah) digunakan untuk uji senyawa terpenoid dan steroid. Sedangkan untuk uji alkaloid memiliki prosedur tersendiri.

#### a. Uji flavonoid

Beberapa tetes lapisan air pada tabung reaksi ditambahkan 1-2 butir logam magnesium dan beberapa tetes asam klorida pekat. Terjadinya perubahan warna jingga hingga merah menandakan adanya senyawa flavonoid.

#### b. Uji Saponin

Lapisan air didalam tabung reaksi dikocok. Apabila terbentuk busa selama 5 menit menandakan adanya senyawa saponin.

#### c. Uji Fenolik





Sampel daun karet (*Hevea brasiliensis*) yang sudah halus sebanyak 0,5 gram ditambahkan dengan etanol kemudian dipanaskan. Ekstrak yang dihasilkan ditambahkan dengan beberapa tetes larutan  $\text{FeCl}_3$ . Apabila terbentuk endapan berwarna coklat menandakan adanya senyawa fenolik.

#### d. Uji Terpenoid dan Steroid

Sebanyak 3 gram sampel digerus hingga halus, kemudian ditambahkan dengan beberapa tetes kloroform dan digerus kembali. Ekstrak sampel diambil dengan cara dipipet yang ujungnya telah diberi kapas dan ditambahkan beberapa tetes akuades, kemudian lapisan kloroform diambil dan diteteskan pada plat tetes dan dibiarkan pelarutnya menguap. Setelah kering, ditambahkan asam asetat anhidrat dan asam sulfat pekat. Apabila terbentuknya warna merah atau merah muda menandakan adanya senyawa terpenoid dan warna biru atau hijau adanya senyawa steroid.

#### e. Uji Alkaloid

Sampel sebanyak 5 gram yang sudah digerus ditambahkan 10 ml kloroform, kemudian ditambahkan 10 ml larutan kloroform beramoniak 0,05 M, diaduk kemudian disaring. Kedalam tabung reaksi ditambahkan 1 ml asam sulfat 2 N, dikocok selama 2 menit, dibiarkan hingga terbentuk 2 lapisan. Lapisan asam (atas) diambil dan dimasukkan kedalam 2 buah tabung reaksi. Tabung reaksi pertama ditambahkan pereaksi reagen Mayer sebanyak 1-2 tetes dan tabung reaksi kedua ditambahkan pereaksi reagen Dragendorf. Jika terbentuk endapan berwarna putih menandakan terbentuknya senyawa alkaloid dengan pereaksi Mayer dan endapan berwarna jingga dengan pereaksi Dragendorf.

#### d. Pengaruh Optimasi Sintesis Nanopartikel Perak

Variasi sintesis dilakukan terhadap 4 parameter sintesis. Adapun variasi sintesis yang digunakan ialah sebagai berikut:

##### a. Variasi Konsentrasi Larutan Perak Nitrat ( $\text{AgNO}_3$ )

Sebanyak 1 mL volume ekstrak dicampurkan dengan 9 mL volume larutan  $\text{AgNO}_3$  0,001 M. Campuran tersebut diinkubasi selama 50 menit. pH larutan ketika sintesis diukur. NPP yang terbentuk ditandai dengan perubahan warna larutan dari kekuningan menjadi kecokelatan.

Konsentrasi larutan Perak Nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) yang akan digunakan dibuat melalui proses pengenceran larutan induk perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) 0,1 M berdasarkan konsentrasi yang diinginkan, yaitu 0,01; 0,001 dan 0,0001 M. Masing-masing konsentrasi larutan Perak Nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) dicampurkan dengan ekstrak daun karet sesuai tahapan kerja variasi optimum nanopartikel. Kemudian nanopartikel yang terbentuk pada setiap variasi konsentrasi tersebut diamati perubahan warnanya dan diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk melihat konsentrasi terbaik dari penggunaan larutan perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) pada proses sintesis nanopartikel perak (NPP).

##### b. Variasi Volume Larutan Perak Nitrat ( $\text{AgNO}_3$ )

Konsentrasi terbaik pada proses sintesis nanopartikel perak (NPP) dari tahap kerja (a) digunakan untuk variasi volume larutan perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ). Sebanyak 1 mL ekstrak dicampurkan dengan variasi volume larutan perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) yaitu 3; 6; 9; 12 dan 15 mL. Masing-masing volume disintesis sesuai tahap kerja (a), kemudian nanopartikel yang terbentuk pada setiap volume diamati warna yang terbentuk dan diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk melihat volume larutan perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) yang



terbaik untuk proses sintesis nanopartikel perak (NPP).

### c. Variasi pH

Konsentrasi terbaik perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) dari tahap kerja pada bagian (a) dan perbandingan volume terbaik ekstrak daun karet dengan larutan perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) dari tahap kerja (b) disintesis sesuai tahap kerja (a). Kemudian campuran larutan tersebut dibuat dengan variasi pH (8, 9, 10, 11 dan 12) dan pH larutan diukur menggunakan pH meter. Nanopartikel yang terbentuk diamati dan diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk melihat pH terbaik dalam proses sintesis nanopartikel perak (NPP).

### d. Variasi Waktu Inkubasi

Konsentrasi terbaik perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) dari tahap kerja pada bagian (a), perbandingan rasio volume terbaik ekstrak daun karet dengan larutan perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) dari tahap kerja (b) dan pH terbaik dari tahap kerja (c) disintesis sesuai tahap kerja (a). Kemudian campuran larutan tersebut diinkubasi selama waktu (30; 40; 50; 60, 70, 90, 110 dan 130 menit). Nanopartikel yang terbentuk diamati dan diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk melihat waktu inkubasi terbaik dalam proses sintesis nanopartikel perak (NPP).

### e. Karakterisasi Nanopartikel Perak Daun Karet (*Hevea brasiliensis*)

Nanopartikel perak (NPP) yang terbentuk pada tahap sintesis dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 300-600 nm. Koloid nanopartikel perak kemudian disentrifugasi pada kecepatan 3400 rpm selama 20 menit. Supernatan yang dihasilkan dibuang dan endapan nanopartikel perak pada dasar tabung dikumpulkan pada kaca arloji yang kemudian dikeringkan pada suhu kamar.






Gugus fungsi dari NPP dianalisis menggunakan spektroskopi FTIR. Morfologi dari NPP dianalisis menggunakan SEM dan kristalinitas dari NPP dianalisis menggunakan XRD.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Uji Fitokimia

Uji fitokimia dilakukan terhadap sampel daun karet (*Hevea brasiliensis*) yang digunakan untuk mendeteksi senyawa metabolit sekunder pada tumbuhan berdasarkan golongannya. Pada uji fitokimia ini dilakukan untuk mengidentifikasi senyawa alkaloid, steroid, terpenoid, fenolik, saponin dan flavonoid. Hasil identifikasi uji fitokimia pada tumbuhan daun karet (*Hevea brasiliensis*) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji fitokimia tumbuhan daun karet (*Hevea brasiliensis*)

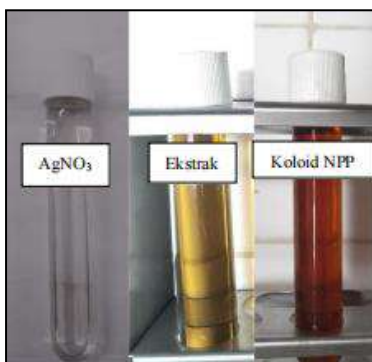
No.	Golongan Senyawa	Pereaksi	Keterangan	Hasil Sintesis
1	Flavonoid	Mg-HCl	(+)	
2	Fenolik	$\text{FeCl}_3$	(+)	
3	Saponin	$\text{H}_2\text{O}$	(+)	
4	Steroid /Terpenoid	$(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}-\text{H}_2\text{SO}_4$	(-)	
5	Alkaloid	Mayer Dragendorff	(-)	

Ket : (+) = terdapat senyawa metabolit sekunder  
(-) = tidak terdapat senyawa metabolit sekunder

Hasil uji fitokimia menunjukkan adanya senyawa metabolit sekunder di dalam ekstrak daun *Hevea brasiliensis*, tanda (-) menandakan bahwa tidak terdapat senyawa metabolit sekunder pada sampel, sedangkan tanda (+) menunjukkan keberadaan senyawa metabolit sekunder pada sampel. Hasil pada Tabel 1 menunjukkan adanya senyawa fenolik, flavonoid dan saponin yang digunakan sebagai agen pereduksi dan penstabil pada sintesis nanopartikel perak. Senyawa metabolit sekunder ini mampu mereduksi ion  $\text{Ag}^+$  menjadi  $\text{Ag}^0$  dalam bentuk nanopartikel perak yang sekaligus dapat berperan sebagai penstabil nanopartikel perak.

## B. Sintesis Nanopartikel Perak

Pembentukan nanopartikel perak dapat diamati secara visual yaitu dengan terbentuknya koloid berwarna kekuningan hingga coklat kemerahan. Hal ini dapat dibuktikan setelah beberapa menit pengamatan, warna campuran yang awalnya berwarna kekuningan mengalami perubahan warna menjadi coklat kemerahan. Hasil pengamatan ditampilkan pada Gambar 1.



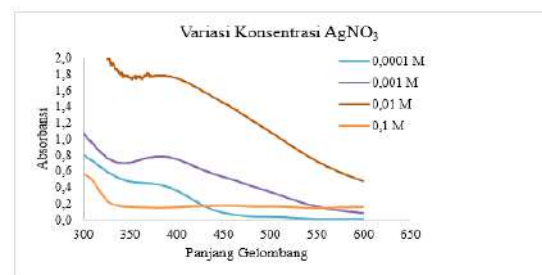
Gambar 1. Larutan Perak Nitrat, Ekstrak Daun Karet dan Koloid Nanopartikel Perak

Koloid nanopartikel perak pada larutan berwarna coklat kemerahan merupakan akibat teroksidasinya senyawa metabolit sekunder yang terkandung di dalam ekstrak sehingga larutan tersebut adalah hasil dari

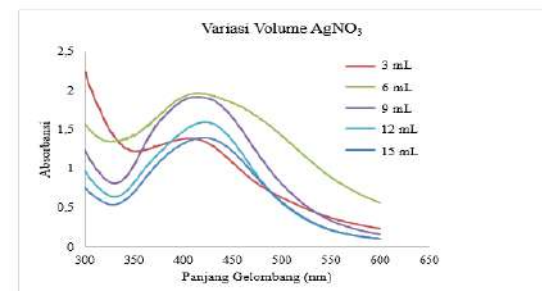
pengaruh *Surface Plasmon Resonance* (SPR) yang dihasilkan dari pita konduksi dan valensi akibat saling berdekatnya molekul nanopartikel dan beresonansi dengan gelombang UV-Vis (Dada *et al.*, 2019).

## C. Optimasi Variasi Sintesis

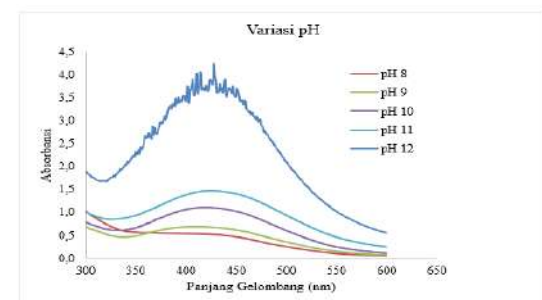
Nanopartikel yang dihasilkan sangat bergantung pada variasi ketika disintesis. Pada penelitian ini dilakukan optimasi terhadap 4 variasi sintesis, diantaranya pengaruh konsentrasi perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ), volume perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ), pH dan waktu inkubasi. Monitoring nanopartikel perak hasil sintesis dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Spektrum UV-Vis masing-masing optimasi variasi dapat dilihat pada Gambar 2.



(a)

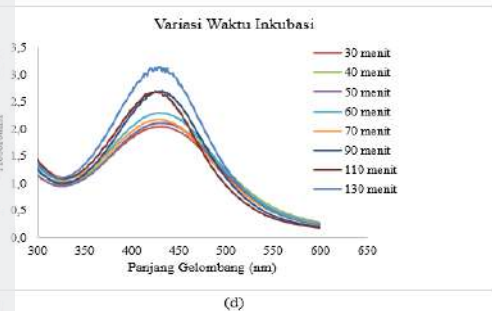


(b)



(c)





Gambar 2. Optimasi variasi sintesis terhadap (a) konsentrasi, (b) volume, (c) pH, (d) waktu

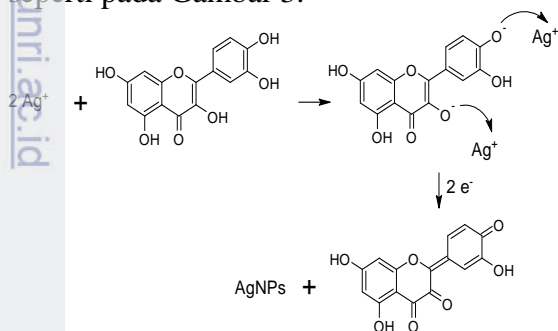
Nanopartikel perak disintesis dengan mencampurkan ekstrak daun karet (*Hevea brasiliensis*) sebagai reduktor dan perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) sebagai prekursor. Optimasi konsentrasi larutan perak nitrat dilakukan pada berbagai variasi konsentrasi larutan perak nitrat, yaitu 0,1; 0,01; 0,001 dan 0,0001 M. Hal ini dilakukan untuk mengetahui konsentrasi optimum yang dibutuhkan untuk terbentuknya nanopartikel perak. Pada Gambar 2(a) dapat dilihat bahwa, konsentrasi optimum pereduksi menunjukkan intensitas tertinggi. Pada konsentrasi optimum, jumlah pereduksi telah mencukupi untuk mereduksi ion  $\text{Ag}^+$  dalam larutan. Hal inilah yang menyebabkan jumlah nanopartikel yang terbentuk cukup banyak, sehingga pereduksi yang digunakan efektif dalam pembentukan nanopartikel perak. Konsentrasi pereduksi di bawah optimum menunjukkan intensitas yang kecil. Hal ini disebabkan karena jumlah zat pereduksi yang tersedia tidak optimal untuk mereduksi ion  $\text{Ag}^+$  menjadi  $\text{Ag}^0$ , sehingga nanopartikel perak yang terbentuk sangat sedikit. Konsentrasi pereduksi yang melebihi konsentrasi optimum mengakibatkan pereduksi mampu mereduksi ion  $\text{Ag}^+$  dalam waktu cepat. Hal tersebut dapat mempercepat pertumbuhan partikel dan menyebabkan agregasi yang mengakibatkan nanopartikel perak berkumpul membentuk massa yang lebih besar,

sehingga ukuran nanopartikel perak lebih bervariasi (Chuchita, dkk., 2018). Konsentrasi larutan perak nitrat optimum pada penelitian ini adalah 0,001 M, yang menghasilkan puncak SPR pada panjang gelombang maksimum 381 nm dengan nilai absorbansi sebesar 0,7795.

Faktor lain yang mempengaruhi proses sintesis nanopartikel perak yaitu perbandingan volume perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) dengan peran ekstrak tanaman sebagai reduktor alami. Pada sintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak *Hevea brasiliensis*, dilakukan variasi volume larutan perak nitrat (3; 6; 9; 12 dan 15 mL). Diakibatkan ekstrak *Hevea brasiliensis* berperan sebagai reduktor dan agen penstabil, maka dibutuhkan larutan perak nitrat dalam jumlah berlebih agar menghasilkan perak nitrat yang terdispersi dengan baik, tanpa adanya aglomerasi (Dada *et al.*, 2019). Berdasarkan spektrum Gambar 2(b) pada variasi volume perak nitrat, maka diperoleh variasi volume perak nitrat optimum pada 12 mL. Dari spektrum absorbansi nanopartikel perak Gambar 2(b) dapat dilihat bahwa puncak absorbansi yang terbentuk terlihat cukup tinggi dan spektrum yang dihasilkan lebih runcing. Tingginya puncak absorbansi yang terbentuk pada pembentukan nanopartikel perak menandakan bahwa nanopartikel yang terbentuk telah mencapai kondisi optimum jika dibandingkan dengan variasi volume 3, 6, 9 dan 15 mL.

Penentuan variasi pH optimum bertujuan untuk melihat kestabilan nanopartikel perak dalam pH tertentu dengan menambahkan tetes demi tetes larutan natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) 0,1 N dan asam klorida ( $\text{HCl}$ ) 0,1 N sebagai larutan penstabil pH agar endapan tidak terbentuk. Pembentukan nanopartikel perak bergantung pada pH media reaksi dikarenakan nilai pH dapat mempengaruhi distribusi ukuran partikel (Dada *et al.*, 2019), hal ini dapat dilihat dengan meningkatkan pH sintesis dari pH 8 hingga pH 12. Dalam penelitian Singh (2018)

campuran yang bereaksi akan berubah menjadi coklat keruh menunjukkan bahwa reduksi ion  $\text{Ag}^+$  yang terjadi, namun untuk mencapai larutan nanopartikel yang stabil perlu mengoptimalkan sintesis dengan menggunakan pH yang berbeda-beda. Sehingga hasilnya menunjukkan bahwa saat direaksikan pada pH asam tidak terjadi perubahan warna yang signifikan, namun larutan bereaksi dan mengalami perubahan warna saat direaksikan pada pH basa. Dapat dilihat pada spektrum Gambar 2(c), bahwa pembentukan nanopartikel perak meningkat pada pH 11. Hal ini disebabkan keterlibatan gugus  $\text{OH}^-$  pada proses reduksi ion  $\text{Ag}^+$ , senyawa fenolik seperti flavonoid memiliki gugus  $-\text{OH}$  yang dapat mengikat logam. Gugus fungsi ini bekerja dengan cara mendonorkan elektron ke ion  $\text{Ag}^+$  untuk menghasilkan  $\text{Ag}^0$  (partikel nano) (Masakke *et al.*, 2015). Mekanisme umum reaksi pembentukan nanopartikel perak oleh flavonoid diilustrasikan seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Mekanisme Sintesis NP Perak dengan Senyawa Flavonoid (Jain dan Mehata, 2017)

Ekstrak daun karet digunakan sebagai agen reduktor yang akan mengubah  $\text{Ag}^+$  menjadi  $\text{Ag}^0$ . Mekanisme pembentukan nanopartikel menurut Jain & Mehata (2017) dengan adanya gugus  $-\text{OH}$  dalam flavonoid, seperti pada quersetin yang akan bertanggung jawab untuk mereduksi ion perak. Quersetin merupakan salah satu senyawa dari golongan flavonoid (An *et al.*, 2011).

Quersetin memiliki gugus hidroksil dan keton, quersetin bereaksi dengan  $\text{Ag}^+$  melalui gugus hidroksil yang paling reaktif yang melekat pada atom karbon cincin aromatik yang dapat mereduksi ion perak menjadi nanopartikel perak. Adanya senyawa-senyawa metabolit sekunder dalam tanaman seperti senyawa polifenol dan flavonoid yang kaya akan gugus  $-\text{OH}$ , menyebabkan nanopartikel perak yang terbentuk stabil. Sehingga kemampuan berbagai gugus fungsi untuk mereduksi berkurang dengan adanya konsentrasi  $\text{H}^+$  yang tinggi pada kondisi pH asam (Nurbayasari, dkk., 2017). Namun, pH yang lebih basa meningkatkan kemampuan berbagai gugus fungsi untuk bertindak sebagai zat pereduksi, sehingga meningkatkan stabilitas (Nurbayasari, dkk., 2017). Hasilnya menegaskan bahwa pembentukan nanopartikel perak lebih efektif pada pH yang lebih basa karena keunggulan SPR yang diperoleh sehingga menyebabkan tingkat reduksi semakin tinggi.

Waktu inkubasi merupakan salah satu parameter yang mempengaruhi ukuran partikel nanopartikel perak yang dihasilkan karena adanya *blue shift* (pergeseran hipsokromik). Pengaruh berbagai variasi waktu dapat dilihat pada interval waktu 30, 50, 70, 90, 110 dan 130 menit (Gambar 2(d)). Pada tahap awal antara 0 sampai 30 menit, pita SPR melebar diakibatkan karena konversi ion perak ( $\text{Ag}^+$ ) yang lambat menjadi nanopartikel perak ( $\text{Ag}^0$ ). Dengan meningkatnya waktu, lebih banyak  $\text{Ag}^+$  dikonversi menjadi  $\text{Ag}^0$  yang menghasilkan pita SPR yang akan semakin baik (Dada *et al.*, 2019). Stabilitas koloid nanopartikel perak dengan bertambahnya waktu akan semakin menurun. Hal ini menunjukkan bahwa setelah beberapa menit pengamatan, secara visual warna sintesis nanopartikel perak berubah dari kekuningan menjadi coklat tua. Semakin lama waktu sintesis, semakin banyak pula koloid nanopartikel perak menghasilkan endapan berwarna coklat kehitaman di





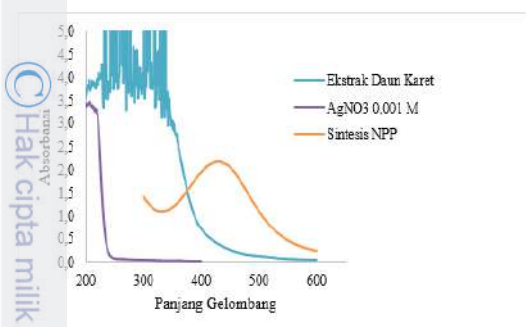
bagian bawah *beaker glass*. Hal ini dikarenakan zat penstabil koloid pada nanopartikel perak berkurang, sehingga nanopartikel perak logam netral ( $\text{Ag}^0$ ) akan lebih mudah untuk saling berdekatan dan terjadi aglomerasi. Hal ini membuat distribusi partikel koloid menjadi tidak merata dan tidak stabil (Manullang, 2019). Berdasarkan spektrum yang dihasilkan pada Gambar 2(d), waktu 70 menit merupakan waktu inkubasi optimal untuk sintesis nanopartikel perak.

Hasil sintesis nanopartikel perak dalam kondisi optimal dikumpulkan untuk selanjutnya dikarakterisasi. Nanopartikel perak yang diperoleh dari hasil *sentrifugasi* kemudian dikeringkan untuk memperoleh serbuk nanopartikel perak. Hasil sintesis nanopartikel perak dari *Hevea brasiliensis* diperoleh serbuk nanopartikel perak sebanyak  $\pm 50$  mg.

#### D. Karakterisasi Nanopartikel Perak

##### a. Spektrofotometer UV-Vis

Ekstrak daun karet (*Hevea brasiliensis*), larutan perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) dan nanopartikel perak (NPP) yang telah disintesis dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Karakterisasi ini bertujuan untuk mengetahui apakah nanopartikel yang disintesis telah terbentuk.

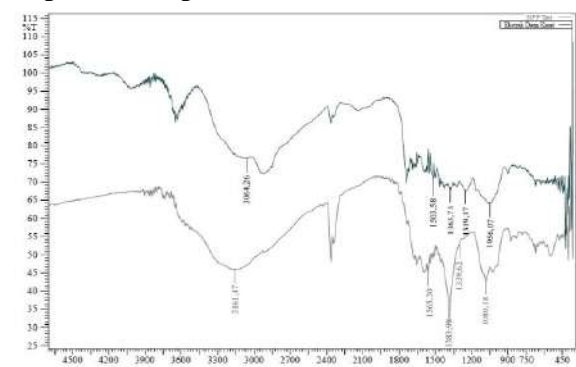


Gambar 4. Spektrum UV-Vis ekstrak *Hevea brasiliensis*,  $\text{AgNO}_3$  0,001 M dan Sintesis Nanopartikel Perak (NPP)

Pada penelitian ini, absorbansi koloid nanopartikel perak diukur pada rentang panjang gelombang 300-600 nm yang merupakan rentang SPR dari nanopartikel perak. Hasil pengukuran menggunakan spektrofotometer UV-Vis menunjukkan bahwa koloid nanopartikel perak memiliki puncak SPR pada  $\lambda_{\text{max}}$  431 nm dengan absorbansi yaitu 2,181. Hal ini menandakan bahwa nanopartikel perak telah berhasil terbentuk.

##### b. Spektroskopi FTIR (Fourier Transform Infrared)

Analisis FTIR bertujuan untuk mengidentifikasi gugus fungsi dan ikatan pada senyawa yang terkandung pada ekstrak daun karet (*Hevea brasiliensis*) dan nanopartikel perak hasil sintesis. Hasil analisis FTIR berupa spektrum dan tabel dapat dilihat pada Gambar 5 dan Tabel 2.



Ket : — : Ekstrak Daun Karet  
— : Nanopartikel Perak Hasil Sintesis

Gambar 5. Spektrum IR pada Ekstrak Daun Karet dan Nanopartikel Perak

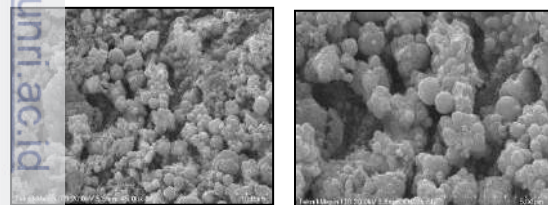
Hasil FTIR menunjukkan bahwa ekstrak daun karet dan nanopartikel perak tidak mengalami pergeseran bilangan gelombang yang signifikan dan sama-sama memiliki gugus fungsi yaitu:  $-\text{OH}$ ,  $\text{C}=\text{C}$  aromatik,  $\text{C}-\text{H}$  alkana,  $\text{C}-\text{N}$  amina dan  $\text{C}-\text{O}$  alkohol. Hasil FTIR beserta dengan bilangan gelombang sampel dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Gugus Fungsi Ekstrak Daun Karet dan Nanopartikel Perak Hasil Sintesis

Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )	
	Ekstrak daun karet ( <i>Hevea brasiliensis</i> )	Nanopartikel Perak (NPP)
-OH	3064,26	3161,47
C=C Aromatik	1503,58	1565,30
C-H Alkana	1363,73	1383,98
C-N Amina	1319,37	1339,62
C-O Alkohol	1056,07	1080,18

### c. SEM (Scanning Electron Microscopy)

Hasil morfologi SEM menunjukkan nanopartikel perak hasil sintesis berbentuk bulat. Morfologi permukaan dari masing-masing sampel diperoleh dari hasil SEM dengan perbesaran 5.000x dan 10.000x. Hasil analisis nanopartikel perak dengan SEM ditunjukkan pada Gambar 6.

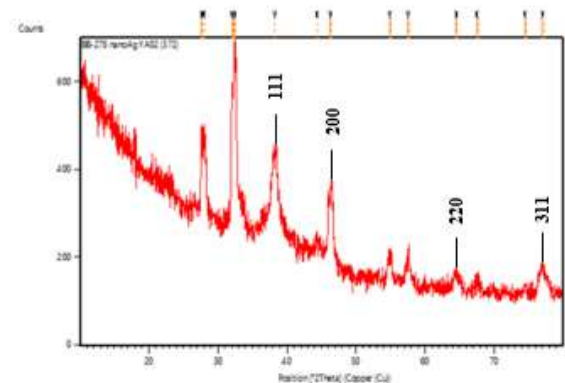


**Gambar 6.** Hasil Morfologi SEM NPP dari *Hevea brasiliensis* (A) Perbesaran 5.000x, dan (B) Perbesaran 10.000x

Perhitungan distribusi ukuran partikel pada penelitian ini menggunakan aplikasi *ImageJ*. Berdasarkan hasil analisis SEM diperoleh ukuran partikel pada nanopartikel perak hasil sintesis dari daun karet (*Hevea brasiliensis*) yaitu memiliki diameter antara 11,3990 nm-55,4599 nm dengan rata-rata (*mean*) ukuran partikel yaitu 37,8486 nm.

### d. XRD (X-Ray Diffraction)

Difraktogram nanopartikel perak hasil sintesis dapat dilihat pada Gambar 7 dan hasil data XRD dari nanopartikel perak hasil sintesis dapat dilihat pada Tabel 3.



**Gambar 7.** Hasil Analisis Difraktogram XRD nanopartikel perak (NPP) hasil sintesis dari *Hevea brasiliensis*

Berdasarkan hasil dari difraktogram didapatkan puncak-puncak pola difraksi nanopartikel perak dengan jelas ditunjukkan pada nilai  $2\theta$  yaitu  $38,21^\circ$ ;  $44,35^\circ$ ;  $64,50^\circ$  dan  $77,22^\circ$  dengan nilai FWHM (*Full Width at Half Maximum*) masing-masing 0,0139; 0,0157; 0,0096 dan 0,0131.

**Tabel 3.** Hasil Data XRD Sintesis Nanopartikel Perak dari *Hevea brasiliensis*

$2\theta$ (deg)	$\theta$ (rad)	FWHM (rad)	D (nm)
38,21	0,9449	0,0139	10,4392
44,35	0,9260	0,0157	9,4310
64,50	0,8457	0,0096	16,8881
77,22	0,7814	0,0131	13,3944
<b>Ukuran Partikel (D)</b>			
<b>Rata-rata</b>			<b>12,5382</b>

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan persamaan *Scherrer* diperoleh struktur kristalin dengan ukuran nanopartikel perak berada disekitar 9,4310-16,8881 nm dengan rata-rata ukuran nanopartikel perak yaitu 12,5382 nm.



## KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah:

1. Hasil sintesis nanopartikel perak optimal tercapai pada konsentrasi perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) 0,001 M, volume perak nitrat 12 mL, pH 11 dan waktu inkubasi selama 70 menit.
2. Penyerapan maksimum diperoleh pada  $\lambda_{\text{max}}$  431 nm dengan absorbansi yaitu 2,181. Gugus fungsi yang terdapat dalam nanopartikel perak yaitu -OH; C=C Aromatik; C-H Alkana; C-N Amina dan C-O Alkohol. Ukuran nanopartikel perak dengan distribusi ukuran partikel rata-rata yaitu 37,8486 nm. Ukuran kristalinitas partikel nanopartikel perak yaitu 12,5382 nm.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dada, A. O., Adekola, F. A., Dada, F. E., Adelani-Akande, A. T., Bello, M. O., Okonkwo, C. R., Inyinbor, A. A., Oluyori, A. P., Olayanju, A., Ajanaku, K. O and Adetunji, C. O.** 2019. Silver nanoparticle synthesis by *Acalypha wilkesiana* extract: phytochemical screening, characterization, influence of operational parameters and preliminary antibacterial testing. *Heliyon* 5 e02517, pp.1-8.
- Haq, S. A. N dan Pratiwi, R.** 2019. Penelusuran Aktivitas Antikanker Payudara Dari Tanaman Sablo (*Acalypha wilkesiana*). *Farmaka*, **17 (1)** : 51-52.
- Jain, S., Mehata, S.M.** 2017. Medicinal Plant Leaf Extract and Pure Flavonoid Mediated Green Synthesis of Silver Nanoparticles and their Enhanced Antibacterial Property. *Scientific Report*, 1-13.
- Prasetiowati, A. L., Prasetya, A. T dan Wardani, S.** 2018. Sintesis nanopartikel perak dengan bioreduktor ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa Bilimbi L.*) seba gai antibakteri. *Indo. J. Chem. Sci*, **7(2)**: 160-161.
- Priyo, W.** 2017. Manfaat Nanopartikel di Bidang Kesehatan. *Majalah Farmasetika*, **2(4)**: 1-2.
- Purnomo, S. R., Rupiasih, N. N., Sumadiyasa, M.** 2017. Studi sintesis nanopartikel perak dengan metode biologi menggunakan tanaman sambiloto (*Andrographis paniculata* Ness). *Buletin Fisika*, **18(1)**: 6-11.
- Taba, P., Parmitha, N. Y., dan Kasim, S.** 2019. Sintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak daun salam (*Syzygium polyanthum*) sebagai bioreduktor dan uji aktivitasnya sebagai antioksidan. *Indo. J. Chem. Sci*. **1(7)**: 51-60.
- Wendri, N., Rupiasih, N.N dan Sumadiyasa, M.** 2017. Biosintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak daun sambiloto: optimasi proses dan karakterisasi. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, **18(4)**: 162-167.