

Turnitin 3

by Ara Ara

Submission date: 30-Jul-2020 07:32PM (UTC+0700)

Submission ID: 1363992006

File name: SINTESIS_NANOPARTIKEL_PERAK_revisi2_tanpadafus.doc (402K)

Word count: 2871

Character count: 18219

SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK (NPAg) DENGAN METODE YANG RAMAH LINGKUNGAN DAN KAJIAN AKTIFITAS ANTIBAKTERI

[GREEN SYNTHESIS OF SILVER NANOPARTICLES (NPAg) AND THEIR ANTIBACTERIA ACTIVITIES STUDY]

This research aims to synthesize silver nanoparticles (NPAg) by using seed extract of *Jatropha* (*Jatropha curcas* L.) as reducing and capping agent with silver nitrate solution as starting materials. NPAg synthesis has been carried out by mixing 50 ml of *Jatropha* seeds extract and the solution of AgNO_3 10^{-2} M with variations in the ratio as follows: 1:5 (E1P5); 1:10 (E1P10); and 1:15 (E1P15) (the volume of *Jatropha* seeds extract : the volume of AgNO_3 10^{-2} M). The characterization of NPAg was performed using spectrophotometer UV-vis, Fourier Transform Infrared (FTIR), Scanning Electron Microscopy (SEM), and Particle Size Analyzer (PSA). Additionally, antibacterial testing was carried out using the well diffusion method. The formation of NPAg can be observed visually by the color changes of the solution from yellow to reddish brown. To ensure the formation of NPAg was occurred, it was observed by using a UV-vis where NPAg had a λ_{max} in the range of 400-500 nm. The analysis of PSA showed that the particle size of the sample E1P5, E1P10, and E1P15 is 33,8; 37,7; and 116,3 nm, respectively. The best formula with the smallest particle size that was E1P5 (NPAg S). Subsequently, the antibacterial activity has been tested and compared with a commercial silver nanoparticles (NPAg K). The antibacterial test showed that the antibacterial activity of NPAg S was stronger than NPAg K in inhibiting gram-positive and gram-negative bacteria.

Keywords: antibacterial activity, *Jatropha curcas* L., particle size analysis, silver nanoparticles

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis nanopartikel perak (NPAg) dengan memanfaatkan ekstrak biji jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) sebagai pereduksi dan penyalut nanopartikel yang terbentuk. Sintesis NPAg telah dilakukan dengan mencampur 50 ml ekstrak biji jarak pagar dan larutan AgNO_3 10^{-2} M dengan variasi perbandingan 1:5 (E1P5); 1:10 (E1P10); dan 1:15 (E1P15) (vol.ekstrak biji jarak pagar : vol. AgNO_3 10^{-2} M). Karakterisasi NPAg dilakukan menggunakan analisis UV-vis, *fourier transform infra red* (FTIR), *scanning electron microscopy* (SEM), dan *particle size analyzer* (PSA). Sedangkan, pengujian antibakteri dilakukan menggunakan metode difusi sumur. Secara visual, terbentuknya NPAg juga ditandai dengan adanya perubahan warna larutan dari kuning ke coklat kemerahan. Selain itu, untuk memastikan terbentuknya NPAg dapat diamati menggunakan UV-vis dimana NPAg memiliki panjang gelombang maksimum pada kisaran 400-500 nm. Berdasarkan hasil analisis PSA menunjukkan bahwa ukuran partikel sampel E1P5, E1P10, dan E1P15 secara berturut-turut, yaitu 33,8; 37,7; dan 116,3 nm. Formula terbaik dengan ukuran partikel terkecil yaitu E1P5 (NPAg S) selanjutnya telah diuji aktivitas antibakterinya dan dibandingkan dengan nanopartikel perak komersil (NPAg K). Hasil pengujian menunjukkan bahwa NPAg S lebih kuat dibandingkan NPAg K dalam menghambat bakteri gram positif dan bakteri gram negatif.

Kata kunci: aktivitas antibakteri, *Jatropha curcas* L., nanopartikel perak, *particle size analyzer*

PENDAHULUAN

Nanopartikel perak (NPAg) merupakan partikel logam perak yang memiliki ukuran kurang dari 100 nm. NPAg memiliki keunggulan dibandingkan senyawa antimikroba atau antibiotik, yaitu memiliki aktifitas dengan spektrum yang luas baik terhadap bakteri (Sintubin *et al.*, 2011), kapang (Vivek *et al.*, 2011), dan bahkan virus (Elechiguerra *et al.*, 2005). Mekanisme NPAg dalam menghambat pertumbuhan sel mikroba disebabkan karena kemampuannya mengganggu struktur dinding sel bakteri, metabolisme sel, serta menghambat sintesis sel mikroba. Metabolisme sel dapat dihambat karena adanya interaksi antara perak dengan makromolekul di dalam sel, seperti protein dan DNA. Potensi pengembangan NPAg di berbagai bidang sangat terbuka luas, antara lain sebagai sensor dan antimikroba. Pada bidang pangan, NPAg dapat diaplikasikan pada pengemas makanan sebagai film kemasan antimikroba. NPAg pada kemasan dapat memperpanjang daya tahan makanan serta mempertahankan rasa dan bau. NPAg yang diinkorporasikan kedalam

kemasan pangan dirancang untuk tetap menempel pada kemasan dan tidak dilepaskan ke dalam produk pangan.

Pengembangan nanoteknologi tidak terlepas penting dari peran proses sintesis nanopartikel. Pada umumnya, sintesis NPAg dilakukan menggunakan dua metode, yaitu metode kimia dan fisika. Metode kimia dilakukan dengan cara menggunakan bahan kimia yang umumnya sangat reaktif dan beracun serta menjadi polutan bagi lingkungan maupun makhluk hidup. Sedangkan, metode fisika merupakan proses mereduksi padatan logam perak menjadi partikel perak berukuran nano secara mekanik serta membutuhkan peralatan yang mahal. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode sintesis nanopartikel yang aman dan mudah didapatkan dengan menggunakan ekstrak tumbuhan.

Sintesis NPAg yang memanfaatkan ekstrak tumbuhan mampu mereduksi pemanfaatan bahan kimia berbahaya. Menurut Nilavukkarasi *et al.* (2020), ekstrak tumbuhan bersifat tidak beracun, metode mudah, biaya murah, *ecofriendly*, dan bahan stabil. Contoh sintesis nanopartikel yang berhasil diperoleh dari ekstrak tumbuhan, baik dari intrasel maupun ekstrasel, antara lain ekstrak *ziziphora clinopodioides* (Esmaille *et al.*, 2020) dan ekstrak daun *capparis zeylanica* L. (Nilavukkarasi *et al.*, 2020) dan ekstrak daun dari tumbuhan *M. balbisiana* (banana), *A. indica* (neem) dan *O. tenuiflorum* (black tulus) (Banerjee *et al.*, 2014). Pada umumnya, senyawa fenolik pada ekstrak tanaman berperan penting sehingga memberi sifat antioksidan dan juga antibakteri (Esmaille *et al.*, 2020). Senyawa seperti terpenoid, flavonoid, fenol, alkaloid, protein, dan karbohidrat dalam ekstrak dapat bertindak sebagai agen pereduksi nanopartikel perak yang ramah lingkungan (Alshehri *et al.*, 2020). Sintesis nanopartikel dari sumber daya hayati dapat dilakukan pada senyawa yang memiliki kandungan alkaloid dan flavonoid.

Penelitian ini memiliki tujuan umum untuk mensintesis NPAg yang ramah lingkungan dengan memanfaatkan biji jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) sebagai agen pereduksi dan sekaligus sebagai "*capping agent*". Secara khusus, penelitian ini ingin menguji NPAg yang dihasilkan dan membandingkan aktivitasnya terhadap produk NPAg komersial.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Penelitian ini menggunakan bahan utama, antara lain bubuk perak nitrat (AgNO_3) dari Sigma Aldrich (USA) serta biji jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) dari Biosurfactan yang digunakan sebagai agen pereduksi nanopartikel perak (NPAg). Sedangkan, uji aktivitas antimikroba menggunakan bahan, antara lain: nutrient agar (NA), nutrient broth (NB), dan beberapa jenis bakteri (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi*), dan

Bacillus cereus) dari Kultur Biakan Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Ekstraksi biji jarak (Martinez *et al.*, 2019) dan (Jagtap *et al.*, 2013)

Biji jarak dikeringkan terlebih dahulu pada suhu 60°C selama 12 jam. Setelah itu, biji jarak digiling kering menggunakan penggiling mekanik hingga diperoleh bubuk kering biji jarak. Sebanyak 50 g bubuk kering biji jarak direbus dengan menggunakan 1000 mL air deionisasi mendidih. Larutan direbus selama 2 jam. Larutan biji jarak pagar dipisah antara fase cair dan fase padat menggunakan sentrifugasi kecepatan 10.000 rpm selama 15 menit untuk menghilangkan residu yang tidak diinginkan. Kemudian dilakukan penyaringan dengan kertas Whatman No. 1. Hasil penyaringan cairan rebusan biji jarak pagar hasil penyaringan digunakan untuk proses sintesis NPAg.

Sintesis NPAg (Martinez *et al.*, 2019)

Sintesis dilakukan dengan mencampur larutan AgNO₃ dan larutan ekstrak biji jarak. Larutan AgNO₃ dengan konsentrasi 10⁻² M direaksikan dengan ekstrak biji jarak dengan perbandingan 1:5 (E1P5); 1:10 (E1P10); dan 1:15 (E1P15) (v:v) dan dilakukan proses pemanasan pada suhu 80°C. Sebagai indikator telah terbentuknya nanopartikel perak, maka diamati adanya perubahan warna larutan dari awalnya berwarna bening sampai berwarna kekuningan hingga coklat setelah pemanasan selama 15 menit.

Analisis spektrofotometri UV-Vis (Martinez *et al.*, 2019)

Hasil larutan NPAg diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis (UV-1800 Shimadzu) yang memiliki resolusi 1 nm. Instrumen spektrofotometer UV-Vis distandarisasi dengan menggunakan blanko. Blanko yang digunakan adalah air deionisasi. Larutan yang mengandung nanopartikel perak dimasukkan ke dalam kuvet kuarsa, kemudian dilakukan pengukuran pada panjang gelombang 200-800 nm.

Analisis *particle size analyzer* (PSA) (Balachandran, 2013)

Sebelum analisis distribusi ukuran nanopartikel perak dengan menggunakan PSA terlebih dahulu diukur indeks refraksi dan viskositas supernatan kultur yang tidak ditambahkan AgNO₃. Larutan yang mengandung nanopartikel perak dimasukkan ke dalam kuvet kemudian dianalisis dengan instrumen PSA.

Analisis ukuran dan bentuk nanopartikel (SEM) (Ibrahim, 2015)

Analisis ukuran dan bentuk nanopartikel menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dengan JEOL Model JSM 5310 LV. Prosedur analisisnya yaitu dengan meneteskan suspensi diatas plat listrik yang bersih dan memungkinkan air dapat menguap. Tegangan listrik yang digunakan untuk analisis menggunakan SEM yaitu sebesar 15 kV, serta sampel terlebih dahulu dilapisi dengan emas.

Analisis dengan Spektrometer FTIR (Khan *et al.*, 2020)

Nanopartikel perak yang terbentuk dari ekstrak biji jarak disentrifus terlebih dahulu. Hasil padatan yang diperoleh selanjutnya dikeringkan dengan menggunakan oven vakum. Bubuk nanopartikel perak selanjutnya dianalisis dengan menggunakan Shimadzu-FTIR *spectrometer*. Analisis FTIR digunakan untuk menentukan gugus fungsional yang terdapat pada ekstrak biji jarak (*Jatropha curcas* L.) sehingga dapat berperan dalam proses sintesis nanopartikel perak.

Pengujian kapasitas antibakteri dari nanopartikel Ag (NPAg)

Tahap pertama adalah persiapan kultur uji. Kultur murni bakteri yang diuji yaitu bakteri Gram Negatif (*Eschericia coli*, *Salmonella typhi*) dan bakteri Gram Positif (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*) diinokulasikan kedalam 10 mL nutrient broth. Setelah itu, inkubasi suhu 37°C selama 24 jam. Konsentrasi bakteri diatur hingga mencapai 10^7 sel/mL.

Tahap kedua yaitu pengujian aktivitas antibakteri. sebanyak 100 L inokulum dimasukkan kedalam cawan petri yang telah steril (diameter 6 cm). Selanjutnya, ditambahkan 20 mL nutrient agar pada suhu 45°C sambil dihomogenkan dan dibiarkan hingga menjadi padatan pada suhu kamar. Pada media yang telah padat diisi dengan NPAg yang telah dipreparasi sebelumnya. Sampel kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Daerah bening yang berada disekitar sampel diukur diameternya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis spektrofotometri UV-VIS nanopartikel perak

Kestabilan NPAg diindikasikan dengan terbentuknya larutan berwarna kuning. Karakterisasi ini dilakukan pada saat 15 menit setelah ekstrak biji jarak direaksikan dengan larutan AgNO₃ dengan tiga macam variasi perbandingan E1P5, E1P10, dan E1P15. Pada Gambar 1 dapat terlihat bahwa larutan AgNO₃ memiliki λ_{maks} sebesar 200 nm. Pada larutan ekstrak biji jarak, λ_{maks} yang diperoleh lebih lebar yaitu sebesar 250 hingga 300 nm. Setelah kedua larutan direaksikan, diperoleh kisaran λ_{maks} yang berbeda yaitu antara 400 hingga 500

nm. Hal ini menunjukkan terbentuknya komponen baru pada larutan. Menurut Solomon *et al.* (2007) dan Vivekanandan (2008) NPAg memiliki absorpsi yang kuat pada panjang gelombang antara 400 hingga 500 nm. Adanya serapan baru pada daerah 400 – 500 nm membuktikan bahwa proses sintesis menggunakan ekstrak biji jarak telah menghasilkan NPAg.

Berdasarkan hasil penelitian dengan mempelajari pengaruh variasi volume larutan AgNO₃ yang direaksikan dengan larutan ekstrak biji jarak, diperoleh hasil bahwa λ_{maks} terbesar terdapat pada variasi penambahan volume larutan AgNO₃ yang paling sedikit yaitu sampel E1P5 (rasio volume ekstrak biji jarak : AgNO₃ yaitu 1 : 5). Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1 bahwa penurunan λ_{maks} terjadi seiring dengan meningkatnya volume larutan AgNO₃ yang ditambahkan kedalam larutan ekstrak biji jarak. Nilai λ_{maks} menunjukkan ukuran partikel yang terbentuk dari sintesis nanopartikel perak dari hasil sintesis. Secara kualitatif, jumlah nanopartikel terbentuk semakin banyak dengan jumlah λ_{maks} semakin tinggi.

7 Analisis fourier transform infra red (FTIR)

Analisis FTIR digunakan untuk mengetahui adanya ikatan antara senyawa aktif yang ada pada ekstrak biji jarak direaksikan dengan molekul AgNO₃ (silver nitrat) sehingga diperoleh larutan NPAg.

Hasil FTIR pada Gambar 2, menunjukkan adanya peak pada bilangan gelombang 3673,81 yang merupakan ikatan O-H (Khan *et al.*, 2020). Menurut Gurunathan *et al.* (2009), ion hidroksida diperlukan dalam mempercepat reduksi ion Ag⁺. Hal tersebut dikarenakan daya mereduksi protein yang terlibat sebagai agen pereduksi, mengalami peningkatan dalam kondisi basa. Ditemukan gelombang 3434,49 yang merupakan ikatan N-H dengan tipe senyawa amina dan amida dengan intensitas sedang (Skoog, 2007).

Protein yang terdapat pada ekstrak biji jarak pagar (*Jatropha curcas* L) yang memiliki gugus amina berperan dalam proses reduksi ion Ag⁺ menjadi Ag⁰ (nanopartikel Ag). Hasil ini menunjukkan bahwa protein dapat mengikat permukaan nanopartikel baik melalui kelompok amina bebas atau residu sistein, yang bertindak sebagai agen *capping* dan menstabilkan partikel.

Pada saat terjadinya proses reduksi terjadi penambahan elektron sehingga muatan dari ion Ag menjadi tidak bermuatan (Timberlake, 2010). Selain itu, ditemukan peak serapan pada bilangan gelombang 1736,14 yang merupakan ikatan C=O (karbonil) dengan intensitas kuat. Peak lain juga ditemukan pada daerah bilangan gelombang 1646,41 merupakan ikatan C=C dengan tipe senyawa alkena, serta pada bilangan gelombang 1163,81 yang merupakan ikatan C-O dengan tipe senyawa alkohol, eter, asam karboksilat, dan ester.

Scanning electron microscopy (SEM)

Morfologi NPAg dari ekstrak biji jarak dapat dianalisis menggunakan instrumen SEM. Dari data yang telah diperoleh pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa morfologi sebaran NPAg dalam larutan ekstrak biji jarak rata-rata memiliki bentuk serabut tidak beraturan dan berukuran besar. Hal ini dikarenakan NPAg yang disintesis dari ekstrak tumbuhan memiliki stabilitas yang rendah sehingga kurangnya pengadukan pada saat sintesis NPAg memungkinkan NPAg mudah teragregasi.

Pengadukan memiliki tujuan untuk mempercepat terjadinya reaksi reduksi dari Ag^+ menjadi Ag^0 serta menghomogenkan larutan sehingga proses agregasi dapat diminimalkan. NPAg yang dihasilkan dari proses sintesis berupa cairan perlu untuk distabilkan dengan mencegah gaya Van der Waals yang dapat menyebabkan koagulasi (penggumpalan) antar partikel (Tripathy *et al.*, 2010). Pemberian polimer yang berfungsi sebagai penghalang elektrostatik atau mengelilingi permukaan partikel dapat digunakan untuk menstabilkan larutan sintesis NPAg.

Analisis particle size analyzer (PSA)

Pada Gambar 4 ditunjukkan distribusi ukuran partikel untuk sampel E1P5, E1P10, dan E1P15. Hasil pengukuran PSA berbentuk distribusi sehingga dapat digunakan untuk menentukan ukuran partikel secara keseluruhan. Pengukuran dilakukan pada suhu 25°C dengan indeks bias sebesar 1,3332 dan viskositas sampel sebesar 0,8878 cP. Indeks bias dan Viskositas penting diketahui untuk meningkatkan akurasi pengukuran menggunakan instrumen PSA.

Berdasarkan hasil PSA dapat dilihat bahwa formulasi sampel E1P5 menghasilkan ukuran partikel rerata yang paling kecil dibanding sampel E1P10 dan E1P15. Formulasi sampel E1P5 memiliki ukuran rata-rata NPAg yaitu pada kisaran 34–62 nm. Sedangkan, ukuran rata-rata NPAg pada sampel E1P10 dan E1P15 yang terbentuk semakin besar antara 37 nm hingga 116 nm.

Nilai PI menunjukkan ukuran lebarnya distribusi ukuran partikel. Distribusi ukuran partikel yang sempit menunjukkan partikel lebih homogen dan ditunjukkan dengan nilai PI kurang dari 0,3. Apabila nilai PI lebih dari 0,3 menunjukkan ukuran partikel lebih besar dan tidak seragam. Oleh sebab itu, analisis menggunakan PSA diperoleh bahwa sampel E1P5 memiliki nilai PI sebesar 0,246 menunjukkan bahwa NPAg memiliki ukuran partikel cenderung homogen. Sedangkan, untuk sampel E1P10 dan E1P15 memiliki nilai PI lebih dari 0,3 yang menunjukkan bahwa NPAg yang terbentuk memiliki ukuran partikel cenderung beragam. Hal ini menguatkan dugaan bahwa senyawa aktif yang terdapat pada ekstrak biji jarak (*Jatropha curcas* L) mampu melakukan sintesis nanopartikel perak.

Pengujian aktivitas antibakteri

Aktivitas antibakteri menggunakan dua jenis bakteri, yaitu bakteri gram positif (*Staphylococcus aureus* dan *Bacillus cereus*) dan gram negatif (*Eschericia coli* dan *Salmonella typhimurium*). Dari hasil analisis antibakteri sampel NPAg S (nanopartikel perak hasil sintesis) dan NPAg K (nanopartikel perak produk komersil) dengan variasi dua perlakuan konsentrasi yang berbeda yaitu 1 dan 2%.

Berdasarkan hasil pengujian aktivitas antibakteri yang dapat dilihat pada Gambar 5, terdapat sampel NPAg K dengan konsentrasi sebesar 1% tidak ditemukan adanya daya hambat untuk semua jenis bakteri. Namun, aktifitas penghambatan baru terlihat dengan adanya peningkatan konsentrasi sebesar 2% pada sampel NPAg K. Nilai diameter hambat tertinggi terdapat pada bakteri *B. cereus* yaitu sebesar 7.80 mm. Lain halnya dengan sampel NPAg S pada dua konsentrasi (1 dan 2%) yang menunjukkan adanya aktifitas penghambatan untuk semua jenis bakteri. Baik pada konsentrasi 1 dan 2% diameter penghambatan optimum yaitu terdapat pada bakteri *E. coli* yang masing-masing sebesar 10.59 dan 11.11 mm. Walaupun efek baterisidal dari perak dan NPAg belum terdokumentasi dengan baik, beberapa penelitian menyatakan adanya kemungkinan NPAg melekat pada permukaan dinding sel dan membran sel bakteri, serta menghambat enzim pernapasan bakteri. Berkaitan dengan *E. coli*, peningkatan aktivitas NPAg terjadi disebabkan adanya penyerapan fosfat dan NPAg berpenetrasi kedalam dinding sel bakteri yang mengarah pada perubahan struktur kematian sel.

Berdasarkan hasil diatas menunjukkan bahwa sampel NPAg S lebih efektif dibandingkan NPAg K dalam penghambatan bakteri baik gram positif dan gram negatif. Hal ini dikarenakan dari hasil analisis distribusi ukuran partikel menggunakan PSA, didapatkan ukuran partikel sampel NPAg S lebih kecil yaitu sebesar 33.8 nm dibandingkan sampel NPAg K sebesar 44.8 nm. Kemampuan nanopartikel perak (NPAg) dalam menghambat pertumbuhan bakteri dikarenakan luas permukaannya yang besar memungkinkan untuk kontak dengan mikroorganisme dengan sangat baik dan juga menyebabkan penyerapan yang lebih mudah (Dalir *et al.*, 2020).

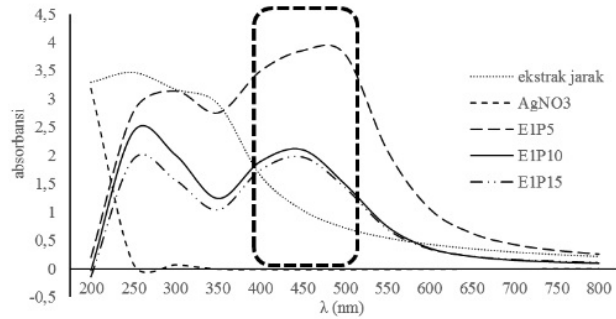
Selama proses difusi berlangsung, NPAg mendekati pada membran sel bakteri dan melakukan penetrasi kedalam bakteri. Membran bakteri mengandung protein dengan komponen utamanya yaitu sulfur. Protein inilah yang akan berinteraksi dengan NPAg dan kemudian berinteraksi lagi dengan fosfor yang mengandung senyawa seperti DNA. Pada saat NPAg masuk dalam sel bakteri menyebabkan terbentuknya daerah dengan berat molekul (BM) rendah ditengah gumpalan bakteri. Gumpalan bakteri ini memiliki fungsi untuk melindungi DNA. Kemudian NPAg melakukan difusi dan menyerang rantai pernafasan bakteri sehingga sel tersebut menjadi mati.

Ukuran partikel berpengaruh terhadap aktivitas antimikroba suatu sampel. Apabila ukuran partikel NPAg semakin kecil, maka aktivitas antimikroba yang diberikan suatu sampel akan semakin baik (besar). Namun, semakin meningkatnya ukuran partikel NPAg, maka aktivitas antimikroba suatu sampel akan semakin berkurang. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel NPAg S memiliki aktivitas antimikroba yang lebih baik dibandingkan dengan NPAg K untuk keempat jenis bakteri, yaitu *Eschericia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhii.*, dan *Bacillus cereus*.

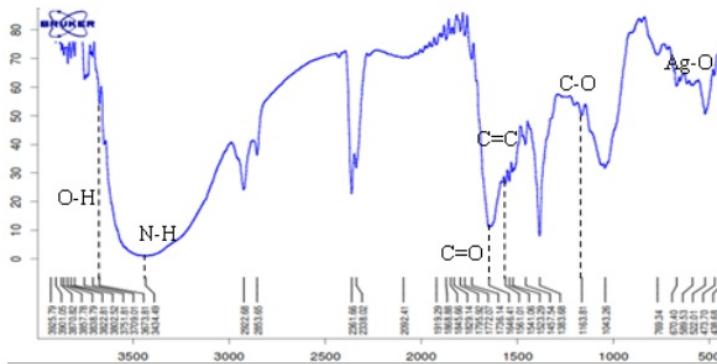
KESIMPULAN

Green synthesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak biji jarak (*Jatropha curcas* L.) sebagai agen pereduksi telah berhasil dilakukan. Variasi volume AgNO_3 sangat memengaruhi ukuran partikel yang terbentuk. Berdasarkan analisis menggunakan PSA, distribusi ukuran partikel terkecil terdapat pada formulasi sampel dengan volume penambahan AgNO_3 yang terkecil (1:5), yaitu sebesar 37 nm dengan nilai PI sebesar 0,246. Ukuran partikel NPAg yang paling kecil yang digunakan untuk uji aktivitas antimikroba. Berdasarkan hasil uji aktivitas antibakteri menggunakan metode sumur menunjukkan bahwa nanopartikel perak memiliki efek penghambatan terbaik pada bakteri *E. coli* baik pada variasi pemberian konsentrasi nanopartikel perak 1 dan 2%.

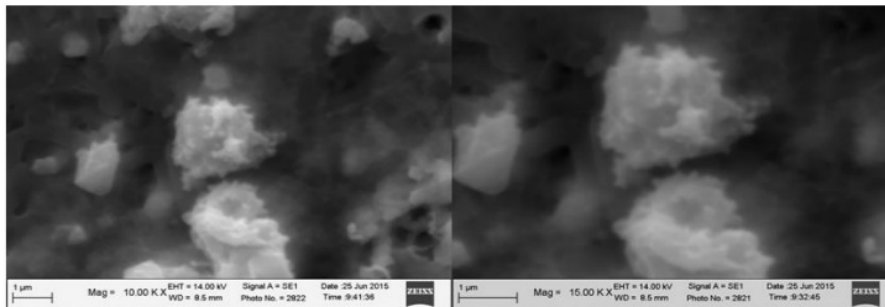
LAMPIRAN



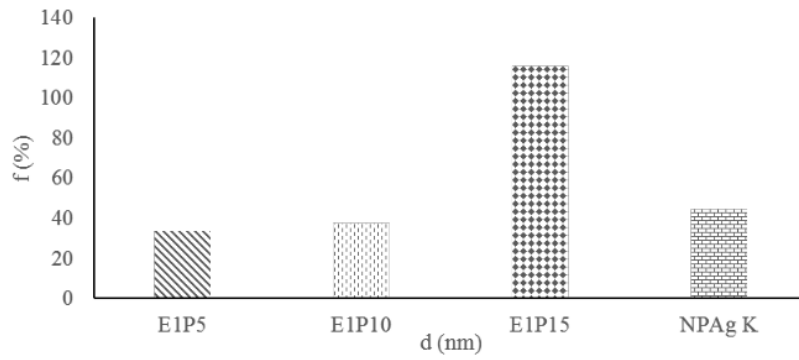
Gambar 1. Hasil pengujian spektrum NPAg spektro UV-VIS dengan variasi rasio ekstrak jarak dan AgNO_3



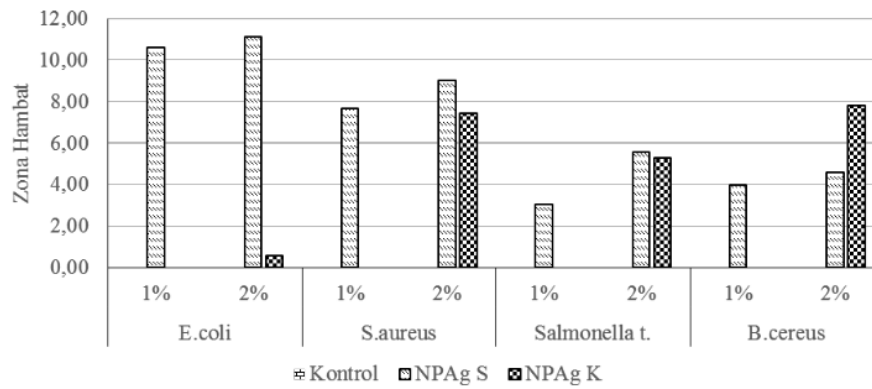
Gambar 2. Hasil spektrum NPAg dari ekstrak biji jarak dengan spektro-IR



Gambar 3. Hasil SEM pada NPAg perbesaran 10000x



Gambar 4. Distribusi ukuran nanopartikel perak pada sampel



Gambar 5. Grafik uji aktivitas antibakteri untuk sampel nanopartikel perak (NPAg)

Turnitin 3

ORIGINALITY REPORT

9%

SIMILARITY INDEX

%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

8%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

Submitted to Universitas Islam Indonesia

Student Paper

2%

2

Submitted to Sriwijaya University

Student Paper

2%

3

Submitted to Universitas Brawijaya

Student Paper

1%

4

Submitted to Universitas Muhammadiyah
Surakarta

Student Paper

1%

5

Submitted to Cranfield University

Student Paper

1%

6

Rafika Sari, Lia Deslianri, Pratiwi Apridamayanti.
"Skrining Aktivitas Antibakteri Bakteriosin dari
Minuman Ce Hun Tiau", Pharmaceutical
Sciences and Research, 2016

Publication

<1%

7

Submitted to Universitas Diponegoro

Student Paper

<1%

Selfia Nara, Frans Ijong, I K Suwetja, Hens

8

Onibala. "Ina sua, a fermented salted fish product from central Moluccas", AQUATIC SCIENCE & MANAGEMENT, 2013

Publication

<1%

9

Submitted to UIN Syarif Hidayatullah Jakarta

Student Paper

<1%

10

H C Ananda Murthy, Tegene Desalegn Zeleke, C R Ravikumar, M R Anilkumar, H.P Nagaswarupa. "Electrochemical properties of biogenic silver nanoparticles synthesized using Hagenia abyssinica (Brace) JF. Gmel. medicinal plant leaf extract", Materials Research Express, 2020

Publication

<1%

11

Wildiani Wilson, Dewi Yuniliani. "Potensi Antibakteri Isolat Bakteri Endofit dari Tanaman Purwoceng (*Pimpinella pruatjan* Molk.) Terhadap *Klebsiella pneumoniae* dan *Salmonella typhi*", Biomedika, 2019

Publication

<1%

12

Submitted to University of Venda

Student Paper

<1%

13

Paulina Taba, Nadya Yuli Parmitha, Syahrudin Kasim. "Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Daun Salam (*Syzygium polyanthum*) Sebagai Bioreduktor Dan Uji Aktivitasnya Sebagai Antioksidan", Indo. J.

<1%

Chem. Res., 2019

Publication

Exclude quotes Off

Exclude bibliography Off

Exclude matches < 5 words