

UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI NANOPARTIKEL PERAK DARI LIMBAH PENYEPUHAN PERAK TERHADAP *Escherichia coli* DAN *Staphylococcus epidermidis*

SILVER NANOPARTICLES ANTIMICROBIAL ACTIVITY TEST FROM WASTE GILDING SILVER AGAINST *Escherichia coli* AND *Staphylococcus epidermidis*

Oleh: Fitria Maria Ulfha, Universitas Negeri Yogyakarta
fitria.maria@student.uny.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk i) mengetahui pengaruh agen antibakteri nanopartikel perak terhadap pertumbuhan bakteri *E. coli* dan *S. epidermidis*, ii) mengetahui konsentrasi optimum agen antibakteri nanopartikel perak terhadap bakteri *E. coli* dan *S. epidermidis*. Metode yang digunakan adalah limbah cair perak hasil penyepuhan dilakukan elektrolisis untuk memisahkan ion perak, ion perak yang dihasilkan dibentuk dalam senyawa AgNO_3 dengan konsentrasi 0,02 M; 0,04 M; 0,06 M; 0,08 M; 0,1 M. Agen antibakteri yang dihasilkan dilakukan pengujian terhadap bakteri *E. coli* dan *S. epidermidis* dengan metode cakram untuk diukur daya hambatnya. Hasil penelitian menunjukkan nanopartikel perak yang telah diuji berpengaruh terhadap bakteri. Konsentrasi optimum agen antibakteri terhadap *Escherichia coli* yaitu 0,1 M dengan diameter 6,370 mm dan bakteri *Staphylococcus epidermidis* yaitu 0,08 M dengan diameter zona hambat 5,050 mm.

Kata kunci: Nanopartikel perak, elektrolisis, antibakteri, *E. coli*, *S. epidermidis*

Abstract

This study aims to i) to know the effect of silver nanoparticle antibacterial agent on the growth of E. coli and S. epidermidis bacteria, ii) to know the optimum concentration of silver nanoparticle antibacterial agent against E. coli and S. epidermidis bacteria. The method used is silver liquid wastewater result of electrolysis to separate silver ion, silver ion produced is formed in AgNO_3 with concentration 0,02 M; 0,04 M; 0,06 M; 0,08 M; 0,1 M. The antibacterial agents produced were tested against E. coli and S. epidermidis bacteria by disc method to measure its inhibitory power. The results showed that the silver nanoparticles that have been tested have an effect on bacteria. The optimum concentration of antibacterial agent against Escherichia coli is 0,1 M with diameter 6,370 mm and Staphylococcus epidermidis bacteria is 0,08 M with diameter of inhibition zone 5,050 mm.

Keywords: Silver nanoparticles, electrolysis, antibacterial, E. coli, S. epidermidis.

PENDAHULUAN

Limbah cair perak (Ag) merupakan limbah yang berasal dari hasil pembuangan larutan elektrolit AgNO_3 yang dipakai untuk penyepuhan perak. Penyepuhan yakni proses pelapisan bahan padat dengan menggunakan arus listrik melalui suatu larutan elektrolit. Penggantian larutan untuk penyepuhan logam menyebabkan biaya produksi tinggi dan limbah yang dihasilkan dibuang langsung ke lingkungan. Limbah yang masuk ke lingkungan dapat berbahaya mencemari lingkungan jika tidak diolah terlebih dahulu. Limbah logam perak dapat dimanfaatkan sebagai nanopartikel (Sintubin, 2011 : 741-749).

Pemanfaatan nanopartikel perak sendiri telah banyak diketahui manfaatnya dalam bidang kedokteran. Menurut beberapa penelitian yang dilakukan, nanopartikel perak memiliki manfaat sebagai antimikroba paling baik. Ion perak yang berinteraksi dengan sel akan mencegah sintesis protein selanjutnya terjadi penurunan permeabilitas membran, dan pada akhirnya menyebabkan kematian sel. Nanopartikel perak secara kimia lebih reaktif dan lebih mudah terionisasi dibandingkan partikel perak pada material ukuran besarnya. Oleh karena itu, nanopartikel diindikasikan memiliki kemampuan antibakteri yang kuat (Haryono, dkk., 2008: 63).

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk jenis penelitian eksperimen.

Waktu dan Tempat Penelitian

Laboratorium Mikrobiologi FMIPA UNY pada bulan Desember 2017-Februari 2018.

Subjek Penelitian

Subjek penelitian adalah nanopartikel perak yang didapatkan dari limbah perak dan objek penelitian ini yaitu *Escherichia coli* ATCC 11229 dan *Staphylococcus epidermidis* FNCC 0048.

Prosedur Penelitian

1. Pemisahan Ag dari Limbah Perak

Limbah perak diuji kadarnya dengan menggunakan metode AAS. Limbah dielektrolisis selama 1 jam pada tegangan 3 volt, elektroda dikeringkan dan diambil endapannya dengan menggunakan cutter, endapan yang diperoleh kemudian ditimbang dan diekstraksi dengan HNO₃, AgNO₃ yang terbentuk dilakukan pengenceran dan dibentuk variasi konsentrasi 0,02M; 0,04M; 0,06M; 0,08M; 0,1M.

2. Pengujian Nanopartikel Perak pada Bakteri

Uji antibakteri pada penelitian ini menggunakan metode difusi cakram. Sejumlah bakteri uji (*Escherichia coli* ATCC 11229 dan *Staphylococcus epidermidis* FNCC 0048) diinokulasikan pada media agar. Bakteri *Escherichia coli* ATCC 11229 dan *Staphylococcus epidermidis* FNCC 0048 dibiakkan pada media agar miring selama 24 jam pada suhu 30 hingga 37 °C, diambil sebanyak 1-2 ose kemudian dikultur ke dalam media NB dan dishaker selama 24 jam. Kemudian cakram yang mengandung larutan koloid nanopartikel perak dengan variasi konsentrasi AgNO₃ yang diperoleh dari tahapan

sebelumnya, diletakkan pada permukaan media agar yang telah diinokulasi bakteri. Kemudian diinkubasikan selama 24 jam akan terlihat zona bening (*clear zone*) sebagai daerah hambatan yang tidak ditumbuhi disekeliling cakram. Diameter daerah hambat diukur menggunakan jangka sorong. Semakin besar diameter daerah hambatan menunjukkan semakin baik aktivitas antibakteri (Nam, 2011 :21).

Teknik Analisis Data

Teknik analisis yang digunakan pada penelitian ini yaitu apabila memenuhi syarat parametrik uji yang digunakan yakni Analisis *two-way ANOVA* dan uji lanjut Duncan.

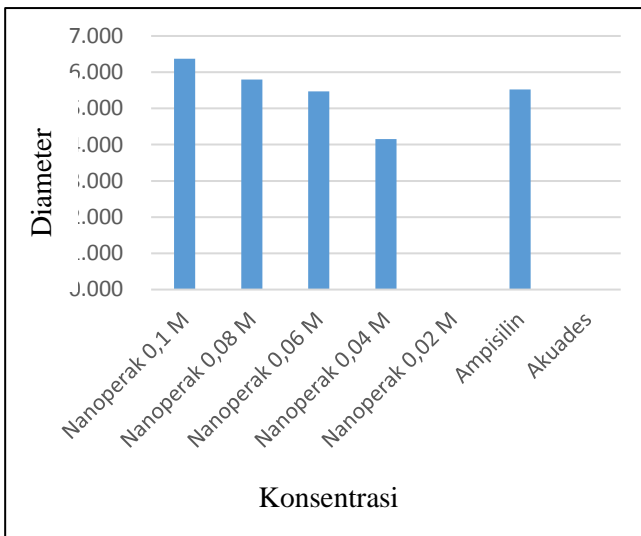
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil Pengukuran Nanopartikel Perak terhadap diameter zona hambat bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus epidermidis*.

| Perlakuan | Rata-rata zona hambat (mm) | |
|---------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| | <i>Escherichia coli</i> | <i>Staphylococcus epidermidis</i> |
| Nanopartikel perak 0,1 M | 6,370 | 5,000 |
| Nanopartikel perak 0,08 M | 5,800 | 5,050 |
| Nanopartikel perak 0,06 M | 5,470 | 3,730 |
| Nanopartikel perak 0,04 M | 4,156 | 3,280 |
| Nanopartikel perak 0,02 M | 0,000 | 2,370 |
| Ampisilin | 5,520 | 5,280 |
| Akuades | 0,000 | 0,000 |

Berdasarkan hasil pengukuran diameter zona hambat pada bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus epidermidis* diperoleh daya hambat nanopartikel perak kitosan terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus epidermidis* memiliki hasil yang berbeda pada setiap konsentrasinya.

Koloid perak lebih mudah menghambat pertumbuhan kelompok bakteri gram negatif (*E. coli*), meskipun sel bakteri gram negatif memiliki stuktur dinding sel yang lebih kompleks, dibandingkan kelompok bakteri gram positif yang sebagian besar tersusun atas plasma tunggal. Ketebalan lapisan peptidoglikan penyusun dinding sel kelompok bakteri gram positif dapat mencegah penetrasi koloid perak ke dalam sitoplasma sel (Feng *et al.*, 2000: 666).



Gambar 1. Histogram Zona Hambat Antibakteri Nanopartikel Perak terhadap Zona Hambat Bakteri *Escherichia coli*.

Pada *Escherichia coli* zona hambat yang tertinggi pada antibakteri nanopartikel perak dengan konsentrasi 0,1 M, sedangkan pada nanopartikel perak 0,02 M tidak menghasilkan zona hambat. Antibakteri nanopartikel perak 0,1 M, kemampuan daya hambatnya berada di atas kontrol positif yaitu ampisilin.

Tabel 2. Kategori penghambatan antibakteri berdasarkan diameter zona hambat

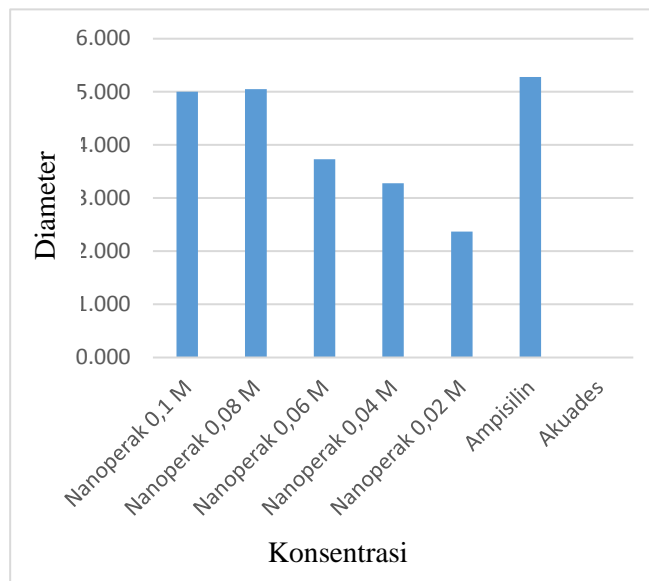
| Diameter zona hambat (mm) | Respon hambat pertumbuhan |
|---------------------------|---------------------------|
| ≤ 5 | Lemah |
| 6-10 | Sedang |
| 11-20 | Kuat |

Sumber : Riska F dan Puguh S (2014)

Tabel 3. Kategori penghambatan antibakteri berdasarkan diameter zona hambat bakteri *Escherichia coli*

| Perlakuan | Diameter | Repon hambat pertumbuhan |
|---------------------------|----------|--------------------------|
| Nanopartikel perak 0,1 M | 6,370 | Sedang |
| Nanopartikel perak 0,08 M | 5,800 | Lemah |
| Nanopartikel perak 0,06 M | 5,470 | Lemah |
| Nanopartikel perak 0,04 M | 4,156 | Lemah |
| Nanopartikel perak 0,02 M | 0,000 | Tidak ada |
| Ampisilin | 5,520 | Lemah |
| Akuades | 0,000 | Tidak ada |

Berdasarkan kategori penghambatan antimikroba dapat diketahui bahwa diameter zona hambat konsentrasi nanopartikel perak (0,08 M; 0,06 M; 0,04 M), kitosan dan ampisilin memiliki diameter zona hambat yang lemah (≤ 5 mm), pada konsentrasi nanopartikel perak 0,1 M memiliki diameter zona hambat yang sedang (6-10 mm). Pada nanopartikel perak konsentrasi 0,02 M dan akuades tidak terbentuk zona hambat. Konsentrasi yang semakin meningkat, menunjukkan ukuran diameter zona hambat juga semakin besar.



Gambar 2. Histogram Zona Hambat Antibakteri Nanopartikel Perak terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*.

Pada *Staphylococcus epidermidis* daya hambat yang tertinggi pada antibakteri nanopartikel perak dengan konsentrasi 0,08 M, sedangkan daya hambat yang terendah pada nanopartikel perak 0,02 M. Antibakteri nanopartikel perak kitosan 0,1 M, kemampuan daya hambatnya masih berada dibawah kontrol positif yaitu ampisilin.

Tabel4. Kategori penghambatan antibakteri berdasarkan diameter zona hambat bakteri *Staphylococcus epidermidis*

| Perlakuan | Diameter | Repon hambat pertumbuhan |
|---------------------------|----------|--------------------------|
| Nanopartikel perak 0,1 M | 5,000 | Lemah |
| Nanopartikel perak 0,08 M | 5,050 | Lemah |
| Nanopartikel perak 0,06 M | 3,730 | Lemah |
| Nanopartikel perak 0,04 M | 3,280 | Lemah |
| Nanopartikel perak 0,02 M | 2,370 | Lemah |
| Ampisilin | 5,280 | Lemah |
| Akuades | 0,000 | Tidak ada |

Berdasarkan kategori penghambatan antimikroba diameter zona hambat konsentrasi nanopartikel perak (0,1 M; 0,08 M; 0,06 M; 0,04 M; 0,02 M), kitosan dan ampisilin termasuk dalam kategori penghambatan yang lemah karena memiliki diameter zona hambat yang ≤ 5 mm.

Tabel 5. Hasil uji anova nanopartikel perak terhadap diameter zona hambat bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus epidermidis*.

| Source | F | Sig. |
|-----------------|---------|-------|
| Corrected Model | 12,003 | 0,002 |
| Intercept | 227,285 | 0,000 |
| Perlakuan | 12,003 | 0,002 |
| Error | | |
| Total | | |
| Corrected Total | | |

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa pada perlakuan memiliki nilai sig 0,002 atau nilai ($0,002 < 0,05$) yang berarti perlakuan berpengaruh terhadap zona hambat bakteri. Ini berarti dari keenam perlakuan paling tidak salah satu mempunyai efek terhadap zona hambat bakteri maka dilakukan uji lanjut.

Tabel 6. Hasil uji DMRT nanopartikel perak terhadap zona hambat bakteri *Escherichia coli*

| Jenis Perlakuan | <i>Escherichia coli</i> |
|---------------------------|-------------------------|
| Nanopartikel perak 0,1 M | 6,370 ^a |
| Nanopartikel perak 0,08 M | 5,800 ^b |
| Nanopartikel perak 0,06 M | 5,470 ^d |
| Nanopartikel perak 0,04 M | 4,156 ^e |
| Nanopartikel perak 0,02 M | 0,000 ^f |
| Ampisilin | 5.520 ^c |
| Akuades | 0,000 ^f |

Berdasarkan tabel hasil uji lanjut pada bakteri *Escherichia coli* diketahui bahwa antibakteri nanopartikel perak pada setiap

perlakuannya memperoleh hasil yang berbeda. Nanopartikel perak kitosan 0,1 M memberikan hasil zona hambat yang tertinggi. Nanopartikel perak 0,02 M dan akuades tidak berbeda nyata, keduanya memberikan hasil zona hambat terendah.

Tabel 7. Hasil uji DMRT nanopartikel perak terhadap zona hambat bakteri *Staphylococcus epidermidis*

| Jenis Perlakuan | <i>Staphylococcus epidermidis</i> |
|---------------------------|-----------------------------------|
| Nanopartikel perak 0,1 M | 5,000 ^c |
| Nanopartikel perak 0,08 M | 5,050 ^b |
| Nanopartikel perak 0,06 M | 3,730 ^d |
| Nanopartikel perak 0,04 M | 3,280 ^e |
| Nanopartikel perak 0,02 M | 2,370 ^f |
| Ampisilin | 5,280 ^a |
| Akuades | 0,000 ^g |

Berdasarkan tabel hasil uji lanjut pada bakteri *Staphylococcus epidermidis* diketahui bahwa antibakteri nanopartikel perak kitosan 0,08 M memberikan hasil zona hambat yang tertinggi setelah kontrol positif ampisilin.

Hasil pengujian antibakteri pada penelitian ini mendukung *review* yang dibuat oleh Rai and Bai (2011: 199) dan Gavanji (2013: 53) serta penelitian yang dilakukan Guzman *et al.* (2009: 3); Shrivastava *et al.* (2007: 18) dan Vidyasagar *et al.* (2012: 1640), yakni ion Ag lebih baik dalam menghambat pertumbuhan kelompok bakteri gram negatif dibandingkan kelompok bakteri gram positif. Meskipun beberapa jurnal justru menyatakan bahwa penghambatan ion Ag dalam bentuk nanopartikel lebih besar terhadap kelompok bakteri gram positif, seperti: *S. epidermidis*. Mekanisme penghambatan koloid perak terhadap bakteri patogen belum sepenuhnya diketahui (Guzman *et al.*, 2009: 3; Korbekandi dan Iravani, 2012: 15; Feng *et al.*, 2000: 662-668; Haryono dan Harmami, 2010: 4), namun beberapa penelitian mengungkapkan bahwa kemungkinan perak menyerang dinding sel bakteri bermuatan negatif, kemudian

memecahkannya sehingga terjadi denaturasi protein yang pada akhirnya menyebabkan kematian sel tersebut (Korbekandi dan Iravani, 2012: 18). Koloid perak kemungkinan menyerang permukaan membran sel bakteri kemudian merusak kemampuan respirasi dan fungsi permeabilitas membran sel (Guzman *et al.*, 2009: 97).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Pengaruh agen antibakteri nanopartikel perak dan kitosan terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* ATCC 11229 dan *Staphylococcus epidermidis* FNCC 0048 ditunjukkan dengan hasil pengukuran diameter zona hambat menghasilkan nilai signifikan dengan kata lain berbeda nyata. Nanopartikel perak kitosan yang telah diujikan mampu menghambat bakteri tersebut dengan terbentuknya diameter zona hambat.

Konsentrasi optimum agen antibakteri terhadap *Escherichia coli* yaitu 0,1 M dengan diameter 6,370 mm dan bakteri *Staphylococcus epidermidis* yaitu 0,08 M dengan diameter zona hambat 5,050 mm.

Saran

1. Perlunya pemurnian perak yang diambil dari limbah perak untuk mamaksimalkan daya antibakteri.
2. Perlunya pengujian nanopartikel perak kitosan ini terhadap mikroorganisme lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Feng, Q.L.; J. Wu; G.Q. Chen; F.Z. Cui; T.N. Kim and J.O. Kim. 2000. A Mechanistic Study of the Antibacterial Effect of Silver Ions on *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Journal Biomed Mater Res*. 52:662-668.
- Gavanji, S. 2013. The Effect of Silver Nano Particles on Microorganism: A review. *Applied Science Report*. 1 (2): 50-56
- Guzman M.G; J. Dille and S. Godet. 2009. *Synthesis of Silver Nanoparticles by Chemical Reduction Method and Their*

Antibacterial Activity. International Journal of Chemical and Biological Engineering 2:3.

Haryono A, Sondari D, Harmami SB, Randy M. 2008. Sintesis nanopartikel perak dan potensi aplikasinya. *Jurnal Riset Industri*. 2(3): 156-163.

Korbekandi, H. and S. Iravani. 2012. Silver Nanoparticle. Nanotechnology and Nanomaterials, The Delivery of Nanoparticle. Dr. Abbass Hashim (Ed). *Intech* DOI: 10.5772/34157.

Nam, K.Y. 2011. In Vitro Antimicrobial Effect of Tissue Conditioner Containing Silver Nanoparticles. *J. Adv Prosthodont* 3.

Rai, R. and J. Bai. 2011. Nanoparticle and Their Potential Application as Antimicrobials. *Science Against Microbial Pathogen: Communicating Current Research and Technological Advances*.

Riska, F., Puguh, S., Sarwiyono. 2014. Inhibition Activity of Moringa oleifera Leaf Juice to Growth of Streptococcus agalactiae and Streptococcus uberis Bacteris Caused Mastitis in Dairy Cows. *Jurnal*. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.

Shrivastava, S.; T. Bera; A. Roy; G. Singh; P. Ramachandrarao and D. Dash. 2007. Characterization of Enhanced Antibacterial Effects of Novel Silver Nanoparticle. *Nanotechnology*. 18 (9pp).

Sintubin, L., De Gussemé, B., Van der Meeren, P., Pycke BF., Verstraete, W., Boon, N. 2011. The Antibacterial Activity Of Biogenic Silver And Its Mode Of Action. *Applied Microbiol Biotechnol*. Volume 9 Number 1.

Vidyasagar, G.M.; B. Shankaravva; R. Begum; Imrose; R. Sagar and R.L. Raibagkar. 2012. Antimicrobial Activity of Silver

Nanoparticles Synthesized by *Streptomyces* Species JF714876. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Nanotechnology*. April-June Vol. 5. Issue

