

**PENGARUH KONSENTRASI NANOPARTIKEL PERAK HASIL ELEKTROLISIS TERHADAP  
DAYA HAMBAT BAKTERI *Escherichia coli* DAN *Staphylococcus aureus***

*Effect of Silver Nanoparticle Concentration on Electrolysis Results on Inhibition of Bacteria *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus**

Oleh:

Sukmawati Fitri Hardiyati<sup>1)</sup>, Suparno, Ph.D.<sup>2)</sup>.

[sukmawati.fitrihardiyati@gmail.com](mailto:sukmawati.fitrihardiyati@gmail.com)

**Abstrak**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik nanopartikel perak yang dihasilkan dengan teknik elektrolisis dan mengetahui pengaruh konsentrasi (ppm) nanopartikel perak terhadap daya hambat bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Semakin tinggi tegangan yang digunakan dan semakin lama proses elektrolisis maka konsentrasi (ppm) larutan dan konduktivitas listrik nanopartikel perak yang dihasilkan semakin besar. Nilai konsentrasi dan konduktivitas listrik tertinggi yang dapat dihasilkan dari teknik elektrolisis tersebut adalah pada variasi tegangan 40 volt dengan waktu 120 menit, yaitu sebesar 81  $\mu\text{S}/\text{cm}$  dan 39 ppm. Hasil uji UV-Vis dengan variasi konsentrasi 6 ppm, 11 ppm, dan 23 ppm, masing-masing memiliki panjang gelombang 422,5 nm, 409,0 nm, dan 417,0 nm. Hal ini menunjukkan bahwa sampel larutan yang diperoleh dari hasil elektrolisis logam perak merupakan nanopartikel perak. Pada uji susu, susu yang masih berada pada rentang pH susu segar yaitu hari ke-2 untuk variasi penambahan volume 15 ml dan 20 ml, yaitu pada pH 6,5 dan 6,6. Pada bakteri *Escherichia coli*, kemampuan daya hambat nanopartikel perak terhadap bakteri yang terbaik yaitu pada konsentrasi 5 ppm, sedangkan untuk bakteri *Staphylococcus aureus* yaitu pada konsentrasi 25 ppm, khususnya pada jam ke-22 dan jam ke-44 pengukuran.

Kata Kunci: nanopartikel, perak, antibakteri, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*.

**Abstract**

*The purpose of this study was to determine the characteristics of silver nanoparticles produced by electrolysis techniques and determine the effect of silver nanoparticles concentration (ppm) on the inhibitory power of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* bacteria. The higher the voltage used and the longer the electrolysis process, the greater the concentration (ppm) of the solution and the electrical conductivity of the silver nanoparticles. The highest concentration and electrical conductivity values that can be produced from the electrolysis technique are on a voltage variation of 40 volts with a time of 120 minutes, which is 81  $\mu\text{S} / \text{cm}$  and 39 ppm. UV-Vis test results with variations in concentrations of 6 ppm, 11 ppm, and 23 ppm, each of which has a wavelength of 422.5 nm, 409.0 nm, and 417.0 nm. This shows that the solution sample obtained from the electrolysis of silver metal is silver nanoparticles. In the milk test, milk is still in the range of pH of fresh milk that is the 2nd day for 15 ml and 20 ml volume increase variations, ie at pH 6.5 and 6.6. In *Escherichia coli* bacteria, the best ability of silver nanoparticles to inhibit bacteria is at a concentration of 5 ppm, while for *Staphylococcus aureus* bacteria is at a concentration of 25 ppm, especially at the 22nd and 44th hours of measurement.*

Keywords: nanoparticles, silver, antibacterial, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*

## PENDAHULUAN

Hidup bersosialisasi dan tumbuh dalam suatu lingkungan menjadikan kita mau tidak mau untuk berinteraksi dengan siapa pun atau apa pun itu, yaitu manusia lainnya atau suatu benda tertentu. Kegiatan keseharian yang mewajibkan adanya interaksi tersebut, yang tanpa kita sadari dapat menyebabkan beberapa musibah dalam kehidupan kita. Salah satu contoh musibah tersebut adalah datangnya penyakit bagi kita. Penyakit dapat terjadi salah satunya disebabkan oleh bakteri, karena bakteri banyak ditemukan di sekitar manusia. Mengingat peningkatan kasus resistensi bakteri yang terjadi, konsumsi antibiotik bukan lagi menjadi solusi terbaik karena perlu kehati-hatian yang lebih ekstra dan malah menimbulkan kekhawatiran baru. Perkembangan dunia teknologi khususnya nanosains, melahirkan berbagai penemuan baru salah satunya dalam bidang anti mikroba. Dari banyak riset yang telah peneliti baca, nanopartikel perak terbukti sebagai anti bakteri yang aman dan efektif karena tidak beracun bagi sel-sel hewan bahkan sifatnya tidak toksik terhadap kulit manusia. Mengetahui manfaat nanopartikel perak yang dapat digunakan sebagai anti bakteri, peneliti tertarik untuk meneliti daya hambat nanopartikel perak terhadap suatu bakteri. Bakteri yang di gunakan dalam penelitian ini yaitu bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*, karena umum ditemukan pada tangan manusia yang tidak lain sering digunakan untuk berinteraksi dengan dunia luar, bahkan menurut El-Kheshen, A.A. & S.F.G. El-Rab (2012 : 54 ), perak sangat beracun untuk bakteri seperti *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.

Menurut Ahmad, B.J, dkk (2015:149), permasalahan sintesis nanopartikel perak sekarang yang banyak menjadi perhatian adalah penggunaan bahan-bahan kimia yang tidak ramah lingkungan dan toksik bagi manusia seperti natrium borohidrida, dimetilaminoboran, *N,N*-dimetilformamida dan hidrazina.

Penting untuk mengembangkan metode yang efektif dalam membuat nanopartikel perak. Dalam penelitian ini, peneliti membuat nanopartikel perak dengan cara baru yaitu metode elektrolisis, selain karena bahaya penggunaan bahan-bahan kimia dalam sintesis

kimia nanopartikel perak juga karena sulit ditemukannya literatur pembuatan nanopartikel perak selain dengan cara sintesis kimia.

## KAJIAN PUSTAKA

### Resistensi Bakteri

Antibiotik adalah senyawa organik yang terjadi secara natural atau sintetik yang menghambat atau merusak bakteri tertentu, umumnya pada konsentrasi rendah (Brooks, G.F, dkk., 2005: 79). Organisme yang tumbuh dengan cepat dan aktif lebih peka terhadap obat dibanding organisme yang berada pada fase istirahat (Brooks, G.F, dkk., 2005: 234).

Jalur biosintesis mempunyai peranan penting dalam obat-obatan, karena memberikan sebuah dasar bagi kerja antibakteri yang selektif oleh beberapa agen khemoterapi. Tidak seperti sel inang, bakteri tidak isotonik dengan cairan tubuh. Isinya di bawah tekanan osmotik yang tinggi, dan tingkat hidupnya tergantung pada integritas anyaman peptidoglikan dalam dinding sel yang dipertahankan sepanjang pertumbuhannya (Brooks, G.F, dkk., 2005: 121).

Mekanisme aksi obat antimikroba tidak sepenuhnya dimengerti. Namun mekanisme aksi ini dapat di kelompokkan dalam 4 kelompok utama, yaitu:

1. Penghambatan terhadap sintesis dinding sel
2. Penghambatan terhadap fungsi membran sel
3. Penghambatan terhadap sintesis protein
4. Penghambatan terhadap sintesis asam nukleat

### *Escherichia coli*

*Escherichia coli* merupakan bakteri batang gram negatif, tidak berkapsul, umumnya mempunyai fimbria dan bersifat motile. Sel *Escherichia coli* mempunyai ukuran panjang 2,0-6,0 $\mu$ m dan lebar 1,1-1,5 $\mu$ m, tersusun tunggal, berpasangan, dengan flagela peritikus. *Escherichia coli* tumbuh pada suhu antara 10-40 $^{\circ}$ C, dengan suhu optimum 37 $^{\circ}$ C. pH optimum untuk pertumbuhannya adalah pada 7,0-7,5, pH minimum pada 4,0 dan maksimum pada pH 9,0 (Supardi, Imam & Sukamto, 1999:185). *Escherichia coli* termasuk basil *coliform* yang

merupakan makhluk hidup kecil bersel satu yang hidup bersama organisme lain, tetapi tidak bersifat merugikan dan mungkin juga bisa menguntungkan, paling banyak ada di usus manusia dan hewan, hidup aerobik/fakultatif anaerobik.

### ***Staphylococcus aureus***

*Staphylococcus aureus* termasuk dalam familia *Micrococcaceae*. Kecuali beberapa strain, bakteri ini umumnya membentuk pigmen kuning keemasan, memproduksi koagulase, dan dapat memfermentasi glukosa dan mannitol dengan memproduksi asam dalam keadaan anaerobik. Bakteri ini bersifat anaerobik sangat lambat. Sel dari bakteri ini bersifat gram positif, dan berbentuk bulat (kokus) berukuran diameter 0,5 – 1,5 um, tidak membentuk spora, katalase positif, dan biasanya sel-selnya terdapat dalam kelompok seperti buah anggur. Akan tetapi, juga mungkin terdapat secara terpisah (tunggal), membentuk pasangan atau dalam jumlah 4 sel (terad). *Staphylococcus aureus* tahan terhadap lisis yang disebabkan oleh enzim lysozim, dan memproduksi enzim fostafase dan deoksiribonuklease (Supardi, Imam & Sukanto, 1999:139-140).

### **Pengukuran Aktivitas Antimikrobia dengan Metode Difusi Kirby – Bauer**

Penentuan kepekaan bakteri patogen terhadap antimikrobia dapat dilakukan dengan salah satu dari dua metode pokok yakni dilusi atau difusi. Metode yang paling sering digunakan adalah metode difusi agar. Cakram kertas saring berisi sejumlah tertentu obat ditempatkan pada permukaan medium padat yang sebelumnya telah diinokulasi bakteri uji pada permukaannya (Brooks, G.F, dkk., 2005: 235). Sensitivitas suatu bakteri terhadap antibiotik ditentukan oleh diameter zona hambat yang terbentuk. Semakin besar diameternya maka semakin terhambat pertumbuhannya, sehingga diperlukan standar acuan untuk menentukan apakah bakteri itu resisten atau peka terhadap suatu antibiotik (Umi fatmawati, 2015 : 39).

### **Elektrolisis**

Proses elektrolisis adalah suatu peristiwa peruraian dari larutan elektrolit karena dialiri arus listrik searah sehingga terbentuk persenyawaan-persenyawaan baru. Dalam hal ini ion-ion positif akan bergerak ke katoda sedang ion-ion negatifnya akan bergerak ke anoda. Anoda merupakan elektroda yang mengalami reaksi oksidasi. Elektroda ini adalah kebalikan dari katoda, dari rangkaian elektrolisis bertindak sebagai kutub positif. Anoda berupa logam penghantar listrik, pada sel elektrokimia anoda akan terpolarisasi jika arus listrik mengalir ke dalamnya. Arus listrik mengalir berlawanan dengan arah pergerakan elektron (Bassett, dkk., 1994: 606-607). Elektroda negatif disebut katoda. Bagian ini terjadi reaksi reduksi (sama dengan pada sel elektrokimia) (Saptarini, 2004: 71).

### **Konduksi Listrik**

Dalam konduksi listrik, perpindahan ion terjadi terutama karena adanya muatan listrik positif atau negatif yang sangat labil. Oleh sebab itu, dalam larutan ada kecenderungan untuk mempertahankan kenetralan listrik yang diatur oleh aliran ion. Bahkan dalam larutan yang sangat sedikit, apabila ion negatif keluar, ion positif juga ke luar atau ion negatif lainnya datang untuk menggantikannya (Brady, - : 191).

### **TDS (*Total Dissolved Solid*)**

TDS adalah jumlah zat padat terlarut baik berupa ion-ion organik, senyawa, maupun koloid di dalam air (Zamora, dkk., 2015: 11). TDS menggambarkan jumlah zat terlarut dalam part per million (ppm) atau sama dengan milligram per liter (mg/L) (Lanovia, 2015: 2). Total padatan terlarut merupakan konsentrasi jumlah ion kation (bermuatan positif) dan anion (bermuatan negatif) di dalam air. Oleh karena itu, analisa total padatan terlarut menyediakan pengukuran kualitatif dari jumlah ion terlarut, tetapi tidak menjelaskan pada sifat atau hubungan ion. Selain itu, pengujian tidak memberikan wawasan dalam masalah kualitas air yang spesifik. Oleh karena itu, analisa total padatan terlarut digunakan sebagai uji indikator untuk menentukan kualitas umum dari air. Sumber padatan terlarut total dapat mencakup semua kation dan anion terlarut (Nicola, 2015: 8).

## Spektroskopi UV-Vis

Spektrum serapan sinar *UV-vis* memiliki urgensi dalam menjelaskan terbentuknya nanopartikel perak. Larutan koloid nanopartikel perak memberikan puncak absorpsi pada panjang gelombang di sekitar 400 nm yang menunjukkan puncak serapan permukaan *plasmon* khas nanopartikel perak. Plasmon adalah sifat eksitasi kolektif konduksi elektron pada suatu logam. Hasil pengukuran larutan koloid partikel nano perak pada daerah panjang gelombang 300 – 700 nm Untuk mengetahui kestabilan koloid nanopartikel perak hasil sintesis, maka dilakukan pengukuran spektrum serapan menggunakan spektrofotometer UV-Vis berdasarkan fungsi waktu. Kestabilan larutan koloid nanopartikel perak dapat diketahui dari terjadinya perubahan puncak serapannya. Jika terjadi pergeseran puncak serapan ke panjang gelombang yang lebih besar menunjukkan bahwa kestabilan larutan koloid nano perak rendah dikarenakan telah terjadi peristiwa aglomerasi (Wahyudi, dkk., 2011: 57-58).

## Susu

Nilai pH merupakan salah satu indikasi kerusakan pada susu. Nilai pH yang berbeda dapat disebabkan oleh kandungan susu segar yang baru diperah seperti  $CO_2$ , fosfat, sitrat dan protein. Beberapa senyawa ini mempengaruhi kemampuan buffer susu. Buffer susu dapat menghambat kerusakan susu yang diindikasikan dengan perubahan pH dan keasaman susu. Nilai pH akan berubah menjadi asam jika terjadi aktivitas bakteri, maka nilai pH akan menurun di bawah nilai normal 6,5-6,7, sedangkan nilai pH lebih tinggi dari 6,7 biasanya menunjukkan kemungkinan adanya mastitis (Ratya, dkk., 2017: 3).

## METODE PENELITIAN

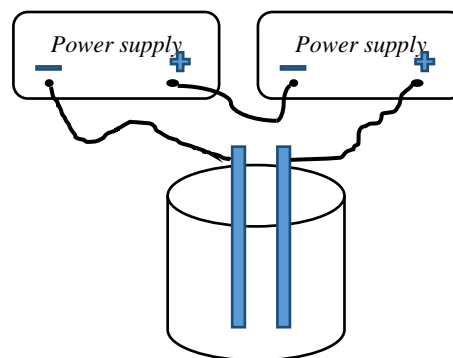
### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan mulai April 2017 sampai dengan Januari 2018. Penelitian dilakukan di Laboratorium Koloid, Jurusan Pendidikan Fisika; di Laboratorium Kimia lantai 2, Jurusan Pendidikan Kimia; dan di Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta.

### Prosedur Kerja

1. Pembuatan sampel nanopartikel perak dengan elektrolisis logam perak

Skema alat dalam pembuatan nanopartikel perak secara elektrolisis



2. Pengujian spektrofotometer UV-Vis
3. Pengukuran pH susu dengan variasi volume nanopartikel perak yang ditambahkan
4. Pengujian daya hambat nanopartikel perak terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*
  - a. Pembuatan *Nutrient Agar* dan *Nutrient Broth*
  - b. Sterilisasi Alat dan Bahan
  - c. Peremajaan Bakteri
  - d. Penuangan Media Agar
  - e. Pengembangbiakan Bakteri pada Media Agar
  - f. Pengukuran diameter zona bening

### Teknik Analisis Data

Penelitian ini dibagi dalam tiga fase, yaitu pertama fase produksi, kedua fase karakterisasi, dan ketiga fase aplikasi. Pada fase produksi, yaitu membuat sampel nanopartikel perak secara elektrolisis dengan variasi tegangan 10 volt, 20 volt, 30 volt dan 40 volt. Dimana untuk setiap variasi tegangan tersebut dilakukan pengukuran

konsentrasi (ppm) dan konduktivitas listrik dengan menggunakan TDS meter setiap rentang waktu 20 menit hingga diperoleh waktu 160 menit. Untuk fase karakterisasi, dilakukan uji UV-Vis dengan variasi konsentrasi larutan untuk memastikan apakah larutan yang dihasilkan menunjukkan panjang gelombang serapan untuk nanopartikel perak. Selanjutnya dalam fase aplikasi, dilakukan dua uji yaitu uji sampel nanopartikel perak pada susu dan uji daya hambat nanopartikel perak terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* dengan metode difusi kirby-bauer, yaitu dengan mengukur diameter zona bening.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

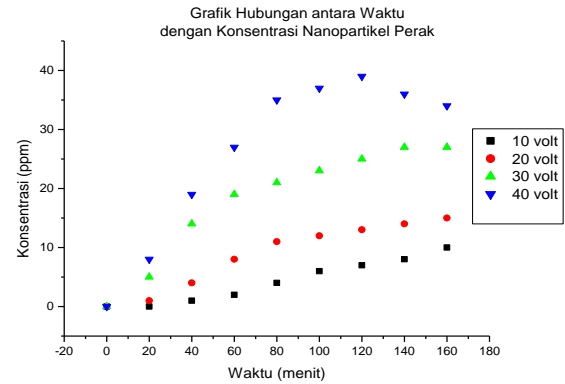
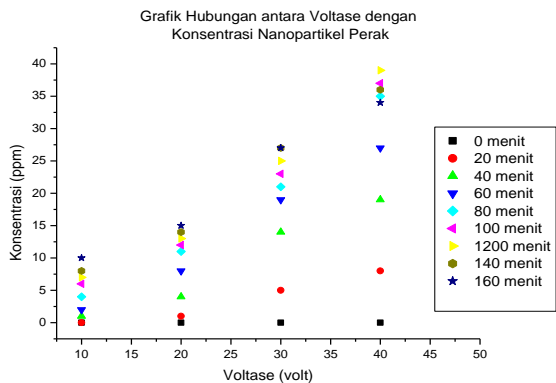
**A. Fase Produksi**

Pada fase produksi, penelitian dilakukan untuk memperoleh sampel larutan nanopartikel perak dengan cara elektrolisis, diperoleh data sebagai berikut:

1. Data konsentrasi (ppm) nanopartikel perak hasil elektrolisis dengan variasi voltase untuk setiap rentang waktu

Tegangan (volt)	Konsentrasi nanopartikel perak ( $\pm 0,5$ ppm)									
	0 menit	20 menit	40 menit	60 menit	80 menit	100 menit	120 menit	140 menit	160 menit	
10	0	0	1	2	4	6	7	8	10	
20	0	1	4	8	11	12	13	14	15	
30	0	5	14	19	21	23	25	27	27	
40	0	8	19	27	35	37	39	36	34	

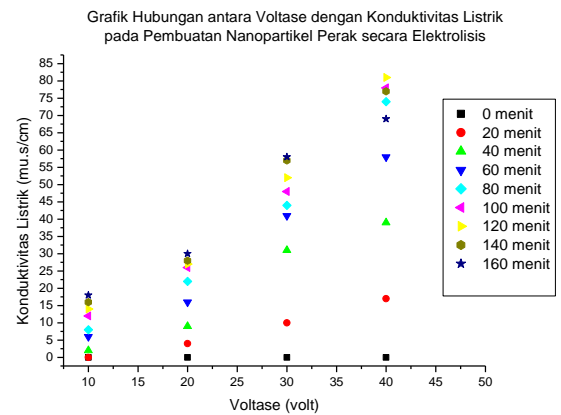
Dari data penelitian tersebut, di peroleh grafik sebagai berikut,

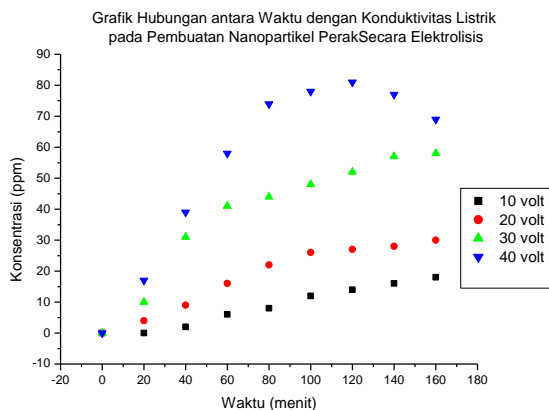


2. Data konduktivitas listrik hasil elektrolisis dengan variasi voltase untuk setiap rentang waktu

Tegangan	Konduktivitas Listrik ( $\pm 0,5 \mu\text{s/cm}$ )								
	0 menit	20 menit	40 menit	60 menit	80 menit	100 menit	120 menit	140 menit	160 menit
10	0	0	2	6	8	12	14	16	18
20	0	4	9	16	22	26	27	28	30
30	0	10	31	41	44	48	52	57	58
40	0	17	39	58	74	78	81	77	69

Dari data penelitian tersebut, di peroleh grafik sebagai berikut:





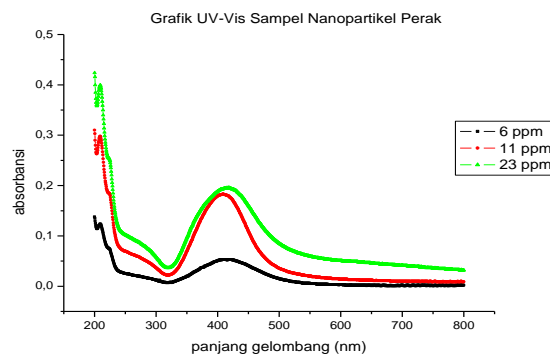
Pada fase produksi, dari sampel nanopartikel perak yang diperoleh dengan teknik elektrolisis, dapat diperoleh data berupa konsentrasi (ppm) dan konduktivitas nanopartikel perak dengan variasi voltase untuk setiap rentang waktu. Berdasarkan hasil penelitian dan pengolahan data dapat disimpulkan bahwa peningkatan voltase akan menunjukkan data hasil berupa grafik yang cenderung memiliki trend naik untuk konsentrasi (ppm) larutan maupun konduktivitas listrik, ini mengindikasikan bahwa jumlah padatan yang terlarut semakin banyak seiring peningkatan voltase. Hal ini disebabkan karena apabila voltase atau tegangan diperbesar maka reaksi reduksi dan oksidasi (redoks) yang terjadi di dalam sel elektrolisis tersebut akan semakin cepat terjadi. Semakin cepat reaksi redoks maka jumlah senyawa organik yang teroksidasi juga akan semakin banyak (Hamid, dkk., 2017: 8). Semakin cepat reaksi redoks maka jumlah senyawa organik yang teroksidasi juga akan semakin banyak. Hal ini menunjukkan bahwa dalam larutan akuades tersebut terdapat ion-ion bebas sehingga dapat menghantarkan listrik yaitu sebagai larutan elektrolit.

Selain itu, penambahan waktu elektrolisis juga menunjukkan data hasil berupa grafik yang cenderung memiliki trend naik untuk konsentrasi (ppm) larutan maupun konduktivitas listrik. Peningkatan waktu elektrolisis akan memperbanyak ion-ion yang terbentuk antara elektroda dengan larutan akuades. Menurut Hamid, dkk. (2017:11) semakin lama waktu elektrolisis yang digunakan akan menyebabkan terbentuknya jumlah spesies aktif yang semakin bertambah. Bahan-bahan organik yang

teroksidasi semakin banyak. Dengan kata lain, semakin lama waktu elektrolisis hasil dari suatu reaksi kimia yang dikehendaki juga akan semakin bertambah. Selain itu waktu yang panjang memberikan kesempatan yang lama untuk berlangsungnya proses elektrolisis, sehingga makin banyak bahan kimia dalam materi yang dapat dinetralkan. Hal ini juga berarti terdapat semakin banyak ion-ion yang bergerak bebas dalam larutan sehingga kemampuan larutan dalam menghantarkan listrik juga meningkat.

## B. Fase Karakterisasi

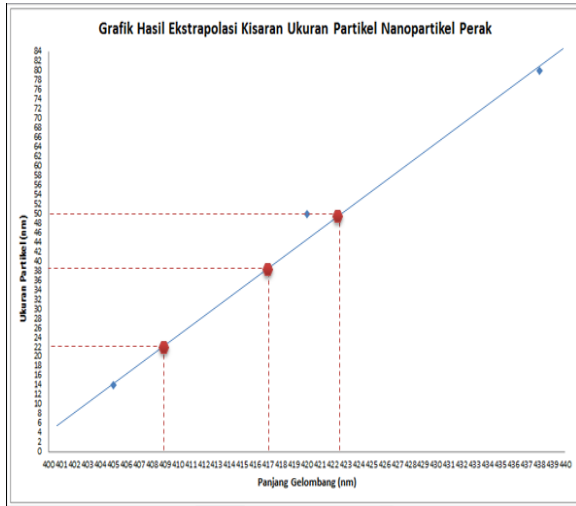
Sampel nanopartikel perak yang diperoleh dari hasil elektrolisis kemudian dikarakterisasi dengan menggunakan UV-Vis. Hasil uji larutan nanopartikel perak menggunakan spektrofotometer UV-Vis ditampilkan dalam bentuk grafik berikut:



Dari data yang diperoleh pada penelitian ini diketahui bahwa semua larutan nanopartikel perak menyerap panjang gelombang pada absorbansi maksimum dalam rentang 400 nm yang merupakan karakteristik serapan UV-Vis untuk larutan nanopartikel perak. Dengan demikian, dapat dipastikan secara kuantitatif (hasil UV-Vis) bahwa larutan yang dihasilkan memang merupakan larutan nanopartikel perak. Selain itu, dapat diperoleh informasi bahwa semakin besar konsentrasi larutan nanopartikel perak maka semakin besar pula puncak absorbansi maksimum pada larutan uji.

Dilakukan ekstrapolasi data pada nilai maksimum kisaran ukuran partikel dan panjang gelombang nanopartikel perak menurut

(Solomon,dkk. 2007: 323), grafik hasil ekstrapolasi disajikan dalam gambar berikut:



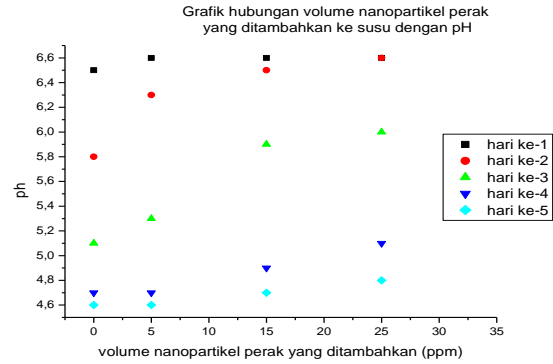
Berdasarkan grafik hasil ekstrapolasi tersebut, dapat diketahui bahwa untuk konsentrasi nanopartikel perak 6 ppm yang memiliki panjang gelombang 422,5 nm memiliki kisaran ukuran partikel sebesar 50 nm, untuk konsentrasi nanopartikel perak 11 ppm yang memiliki panjang gelombang 409,0 nm memiliki kisaran ukuran partikel sebesar 22 nm, untuk konsentrasi nanopartikel perak 23 ppm yang memiliki panjang gelombang 417,0 nm memiliki kisaran ukuran partikel sebesar 39 nm.

### C. Fase Aplikasi

#### 1. Pengukuran pH Susu dengan Variasi Volume Nanopartikel Perak yang Ditambahkan

Pada fase aplikasi untuk uji susu, volume susu yang digunakan pada pengujian ini yaitu 30 ml dan konsentrasi nanopartikel perak yang ditambahkan adalah 25 ppm untuk semua wadah. Berikut data yang di peroleh,

Volume nanopartikel perak yang ditambahkan	pH				
	Hari-1	Hari-2	Hari-3	Hari-4	Hari-5
0	6,5	5,8	5,1	4,7	4,6
5	6,6	6,3	5,3	4,7	4,6
15	6,6	6,5	5,9	4,9	4,7
25	6,6	6,6	6	5,1	4,8

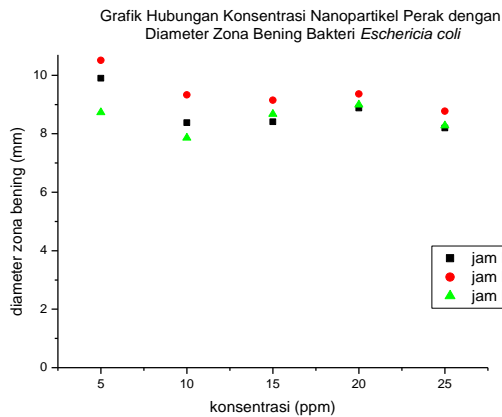


Nilai pH akan terus mengalami penurunan seiring pertambahan hari. Semakin sedikit volume nanopartikel perak yang ditambahkan pada susu, nilai pH menunjukkan angka yang semakin menurun. Hal ini menunjukkan bahwa nanopartikel perak tersebut memiliki pengaruh terhadap aktivitas bakteri yang ada pada susu. Menurut Ratya, dkk. (2017: 3), secara alami pH susu segar berkisar 6,5–6,7. Bila pH susu lebih rendah dari 6,5, berarti terdapat kolostrum ataupun aktivitas bakteri. Berdasarkan pernyataan tersebut, susu yang masih berada pada rentang pH susu segar yaitu hari ke-2 untuk variasi pertambahan volume 15 ml dan 20 ml, hal ini menunjukkan bahwa susu yang ditambahkan nanopartikel perak dengan volume 15 ml dan 20 ml belum terdapat aktivitas bakteri sampai hari ke-2. Sedangkan untuk pertambahan volume nanopartikel perak sebesar 5 ml sudah menunjukkan adanya aktivitas bakteri karena nilai pH nya yaitu 6,3 dan untuk susu tanpa ditambahi nanopartikel perak memiliki nilai pH yang paling rendah yaitu 5,8. Dari hasil penelitian dan pengolahan data tersebut dapat disimpulkan bahwa susu yang ditambahkan nanopartikel perak memiliki daya hambat terhadap kerusakan susu dalam hal ini adanya aktivitas bakteri, dengan indikator nilai pH.

#### 2. Pengujian Daya Hambat Nanopartikel Perak terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*

##### a. *Escherichia coli*

NO	KONSENTRASI	DIAMETER ( $\pm 0,01$ mm)		
		Jam ke-22	Jam ke-44	Jam ke-71
1	5 ppm	9,90	10,51	8,73
2	10 ppm	8,38	9,33	7,86
3	15 ppm	8,41	9,15	8,67
4	20 ppm	8,88	9,36	8,99
5	25 ppm	8,20	8,77	8,28

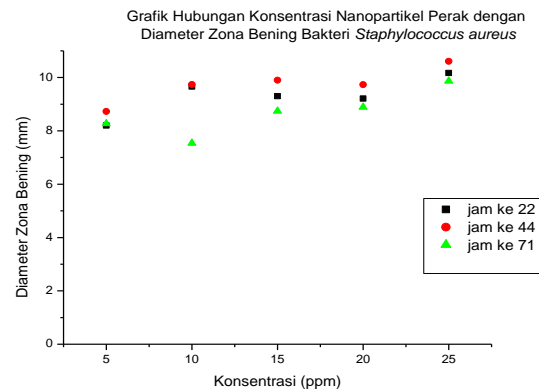


Dari hasil penelitian dan pengolahan data yang ditampilkan dalam bentuk grafik diatas maka dapat disimpulkan bahwa variasi konsentrasi nanopartikel yang semakin meningkat diperoleh persebaran nilai diameter zona bening bakteri *Escherichia coli* yang random, namun cenderung mengalami penurunan. Menurut Franci(2015 : 8859), *Escherichia coli* merespon lebih baik dihambat pada konsentrasi rendah. Hal tersebut sesuai pada penelitian ini, dimana pada konsentrasi nanopartikel perak paling rendah memiliki daya hambat terhadap bakteri *Escherichia coli* paling besar.

Pada jam ke 71 diameter zona bening tidak menunjukkan persebaran nilai yang hampir serupa dengan jam ke 22 dan ke 44. Selain itu, diameter zona bening pada jam ke 22 menuju jam ke 44 mengalami peningkatan nilai, sedangkan jam ke 44 menuju jam ke 71 diameter zona bening mengalami penurunan untuk setiap variasi konsentrasi. Hal ini dapat menunjukkan bahwa kemampuan nanopartikel perak yang digunakan untuk menghambat bakteri *Escherichia coli* masih efektif hingga jam ke 44, sedangkan untuk rentang waktu pada jam ke 44 menuju jam ke 71 kemampuan nanopartikel perak sudah menurun atau kurang efektif lagi.

#### b. *Staphylococcus aureus*

NO	KONSENTRASI	DIAMETER ( $\pm 0,01$ mm)		
		Jam ke-22	Jam ke-44	Jam ke-71
1	5 ppm	8,20	8,73	8,27
2	10 ppm	9,66	9,74	7,54
3	15 ppm	9,30	9,90	8,74
4	20 ppm	9,21	9,73	8,89
5	25 ppm	10,17	10,61	9,87



Dari hasil penelitian dan pengolahan data yang ditampilkan dalam bentuk grafik diatas maka dapat diketahui bahwa persebaran nilai diameter zona bening bakteri *Staphylococcus aureus* terhadap pengaruh peningkatan variasi konsentrasi nanopartikel perak adalah random, namun cenderung mengalami kenaikan. Kemampuan nanopartikel perak yang digunakan untuk menghambat bakteri *Staphylococcus aureus* masih efektif hingga jam ke 44, sedangkan untuk rentang waktu pada jam ke 44 menuju jam ke 71 kemampuan nanopartikel perak sudah menurun atau kurang efektif lagi.

Terdapat perbedaan daya hambat nanopartikel perak antara bakteri *Escherichia coli* dan bakteri *Staphylococcus aureus*. Pada bakteri *Escherichia coli*, kemampuan daya hambat nanopartikel perak terhadap bakteri yang terbaik yaitu pada konsentrasi 5 ppm, sedangkan untuk bakteri *Staphylococcus aureus* kemampuan daya hambat nanopartikel perak terhadap bakteri yang terbaik yaitu pada konsentrasi 25 ppm, khususnya pada jam ke 22 dan jam ke 44 pengukuran. Hal ini, menurut Anil (2015: 7), strain atau tipe bakteri juga terbukti menjadi faktor penentu penting dalam



menjelaskan toksisitasnya terhadap nanomaterial itu sendiri. Pada penelitian ini bakteri *Escherichia Coli* merupakan bakteri gram negatif dan untuk bakteri *Stapylococcus aureus* merupakan bakteri gram positif. Kemampuan antibakteri nanopartikel perak antara lain merusak dinding sel bakteri, mengganggu metabolisme sel, dan menghambat sintesis sel bakteri (Sirajudin, dkk., 2016 : 3).

## KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Berdasarkan elektrolisis logam perak yang dilakukan, dari hasil karakterisasi UV-Vis diketahui bahwa untuk semua variasi konsentrasi (ppm) yang dihasilkan dari proses elektrolisis logam perak tersebut menunjukkan bahwa sampel larutan merupakan nanopartikel perak. Pada penelitian ini diperoleh panjang gelombang dalam rentang 409-422,5nm dengan kiaran ukuran 22-50nm.
2. Pengaruh variasi konsentrasi nanopartikel yang semakin meningkat diperoleh persebaran nilai diameter zona bening bakteri *Escherichia coli* cenderung mengalami penurunan. Sedangkan untuk persebaran nilai diameter zona bening bakteri *Staphylococcus aureus* terhadap pengaruh peningkatan variasi konsentrasi nanopartikel cenderung mengalami kenaikan. Strain atau tipe bakteri juga menjadi faktor penentu penting dalam menjelaskan kemampuan nanopartikel perak sebagai antibakteri, karena untuk setiap bakteri memiliki susunan organel kompleks tersendiri yang akan memiliki pengaruh berbeda-beda saat berinteraksi dengan nanopartikel perak.

## DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, B.J., A.Wahyudi, & D.Umaningrum.(2015). Kajian Sintesis Nanopartikel Perak Pada Komposit Kitosan Dan Polietilena

Glikol : Efek Jenis Agen Pereduksi Organik. Prosiding Seminar Nasional Kimia, ISBN: 978-602-0951-05-8. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Surabaya.Hlm.148-156.

Anil K.Suresh.(2015). Co-Relating Metallic Nanoparticle Characteristics and Bacterial Toxicity. Department of Biotechnology, School of Life Sciences Pondicherry University India. Springer. Hlm. 1-58.

Bassett, J., dkk. (1994). *Buku Ajar Vogel: Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik*. Jakarta: EGC.

Brady, James E. (-). *Kimia Universitas Asas & Struktur, Jilid 2*. Penerjemah: Dra. Sukmariah Maun, Dra. Kamianti Anas, Dra. Tilda S. Sally. Tangerang: Binarupa aksara.

Brooks, G.F, Butel, J.S. & Stephen A.M. (2005). *Mikrobiologi Kedokteran*. Penerjemah: Bagian Mikrobiologi Fakultas kedokteran Universitas Airlangga. Jakarta: Penerbit Salemba Medika.

El-Kheshen, A.A. & S.F.G. El-Rab. 2012. Effect of Reducing and Protecting Agents on Size of Silver Nanoparticles and Their Antibacterial Activity. *Der Pharma Chemica* 4. Hlm. 53-65.

Franci, Gianluigi, dkk. (2015). Silver Nanoparticles as Potential Antibacterial Agents. *Molecules* 2015 (20).Hlm. 8856-8874

Hamid, Ruslan Abdul., Purwono, & Oktiawan, Wiharyanto. (2017). Penggunaan Metode Elektrolisis Menggunakan Elektroda Karbon dengan Variasi Tegangan Listrik dan Waktu Elektrolisis dalam Penurunan

- Konsentrasi TSS Dan COD pada Pengolahan Air Limbah Domestik. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol. 6, No. 1. Hlm. 1-18.
- Lanovia, Cindy. (2015). Analisis TS, TDS dan TSS. *Laporan Penelitian*. Surya University.
- Nicola, Fendra. (2015). Hubungan Antara Konduktivitas, Tds (Total Dissolved Solid) Dan Tss (Total Suspended Solid) Dengan Kadar Fe<sup>2+</sup> Dan Fe Total Pada Air Sumur Gali. *Skripsi*. Universitas Jember- FMIPA.
- Ratya, N., Taufik, E., & Arief, I.I. (2017). Karakteristik Kimia, Fisik dan Mikrobiologis Susu Kambing Peranakan Etawa di Bogor. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*. Vol. 05 No. 1. Hlm. 1-4.
- Saptarini, Dyah., Erawati, Emi. (2004). *Kimia untuk Tingkat 2 SMK*. Jakarta: Yudhistira.
- Sirajudin, Ahmad., & Rahmanisa, Soraya. (2016). Nanopartikel Perak sebagai Penatalaksanaan Penyakit Infeksi Saluran Kemih. *Jurnal Penelitian*. MAJORITY Vol.5 ( 4). Hlm. 1-5.
- Solomon, S. D, et al. (2007). Synthesis and Study of Silver Nanoparticles. *Jurnal of Chemical Education*, Vol. 84 (No.2). Hlm. 322-325.
- Supardi, Imam & Sukamto. (1999). *Mikrobiologi dalam Pengolahan dan Keamanan Pangan*. Bandung: Penerbit Alumnus.
- Umi Fatmawati & Tim Asisten. (2015). Petunjuk Praktikum Mikrobiologi. Program Studi Pendidikan Biologi-UNS. Hlm.1-74.
- Wahyudi, Tatang., Sugiyana, Doni., & Helmy, Qomarudin. (2011). Sintesis Nanopartikel Perak Dan Uji Aktivitasnya terhadap Bakteri *E. Coli* dan *S. Aureus*. *Jurnal Penelitian. Arena Tekstil Volume 26 No.56*. Hlm. 55-60.
- Zamora, Rionaldi., Harmadi, Wildian. (2015). Perancangan Alat Ukur Tds (*Total Dissolved Solid*) Air Dengan Sensor Konduktivitas Secara *Real Time*. *Jurnal Sainstek VII (1)*. Hlm.11-15

Yogyakarta, Agustus 2018

Mengetahui,  
Dosen Pembimbing

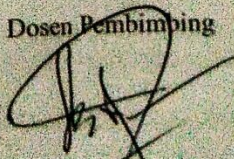
**Suparno, Ph.D.**  
NIP. 19800129 200501 1 003

- Antibacterial Agents. *Molecules* 2015 (20). Hlm. 8856-8874
- Hamid, Ruslan Abdul., Purwono, & Oktiawan, Wiharyanto. (2017). Penggunaan Metode Elektrolisis Menggunakan Elektroda Karbon dengan Variasi Tegangan Listrik dan Waktu Elektrolisis dalam Penurunan Konsentrasi TSS Dan COD pada Pengolahan Air Limbah Domestik. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol. 6, No. 1. Hlm. 1-18.
- Lanovia, Cindy. (2015). Analisis TS, TDS dan TSS. *Laporan Penelitian*. Surya University.
- Nicola, Fendra. (2015). Hubungan Antara Konduktivitas, Tds (Total Dissolved Solid) Dan Tss (Total Suspended Solid) Dengan Kadar Fe<sup>2+</sup> Dan Fe Total Pada Air Sumur Gali. *Skripsi*. Universitas Jember- FMIPA.
- Ratya, N., Taufik, E., & Arief, I.I. (2017). Karakteristik Kimia, Fisik dan Mikrobiologis Susu Kambing Peranakan Etawa di Bogor. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*. Vol. 05 No. 1. Hlm. 1-4.
- Saptarini, Dyah., Erawati, Emi. (2004). *Kimia untuk Tingkat 2 SMK*. Jakarta: Yudhistira.
- Sirajudin, Ahmad., & Rahmanisa, Soraya. (2016). Nanopartikel Perak sebagai Penatalaksanaan Penyakit Infeksi Saluran Kemih. *Jurnal Penelitian*. MAJORITY Vol.5 ( 4). Hlm. 1-5.
- Solomon, S. D, et al. (2007). Synthesis and Study of Silver Nanoparticles. *Jurnal of Chemical Education*, Vol. 84 (No.2). Hlm. 322-325.
- Supardi, Imam & Sukamto. (1999). *Mikrobiologi dalam Pengolahan dan Keamanan Pangan*. Bandung: Penerbit Alurni.
- Umi Fatmawati & Tim Asisten.(2015). Petunjuk Praktikum Mikrobiologi. Program Studi Pendidikan Biologi- UNS. Hlm.1-74.
- Wahyudi, Tatang., Sugiyana, Doni., & Helmy, Qomarudin. (2011). Sintesis Nanopartikel Perak Dan Uji Aktivasnya terhadap Bakteri *E. Coli* dan *S. Aureus*. *Jurnal Penelitian*. *Arena Tekstil Volume 26 No.56*. Hlm. 55-60.
- Zamora, Rionaldi.,Harmadi, Wildian.(2015). Perancangan Alat Ukur Tds (*Total Dissolved Solid*) Air Dengan Sensor Konduktivitas Secara *Real Time*. *Jurnal Sainstek VII (1)*. Hlm.11-15

Yogyakarta, 23 Agustus 2018

Mengetahui,

Dosen Pembimbing



Suparno, Ph.D.

NIP. 19800129 200501 1 003