

# **PENGARUH KONSENTRASI AGEN PEREDUKSI DAN PENGGUNAAN SURFAKTAN PADA SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK SEBAGAI AGEN ANTIMIKROBA**

## **Laporan Penelitian**

Disusun untuk memenuhi tugas akhir guna mencapai gelar

Sarjana di bidang ilmu Teknik Kimia

Oleh:

**Arif Budianto Cuaca**

**(2017620084)**

Dosen Pembimbing:

**Anastasia Prima Kristijarti, S.Si., M.T.**

**Kevin Cleary Wanta, S.T., M.Eng.**



**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

**2022**

# **EFFECT OF REDUCING AGENT CONCENTRATION AND SURFACTANT USE ON SILVER NANOPARTICLE SYNTHESIS AS ANTIMICROBIAL AGENT**

**Research Report**

Compiled to fulfill the final project in order to achieve a degree

Bachelor in Chemical Engineering

By:

**Arif Budianto Cuaca**

**(2017620084)**

Lecturer:

**Anastasia Prima Kristijarti, S.Si., M.T.**

**Kevin Cleary Wanta, S.T., M.Eng.**



**CHEMICAL ENGINEERING STUDY PROGRAM**

**INDUSTRIAL TECHNOLOGY FACULTY**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY**

**2022**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**JUDUL : PENGARUH KONSENTRASI AGEN PEREDUKSI DAN  
PENGUNAAN SURFAKTAN PADA SINTESIS NANOPARTIKEL  
PERAK SEBAGAI AGEN ANTIMIKROBA**

**CATATAN:**



Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 31 Agustus 2022

Pembimbing 1



Anastasia Prima Kristijarti, S.Si., M.T.

Pembimbing 2



Kevin Cleary Wanta, S.T., M.Eng.

## LEMBAR REVISI

**JUDUL : PENGARUH KONSENTRASI AGEN PEREDUKSI DAN  
PENGUNAAN SURFAKTAN PADA SINTESIS NANOPARTIKEL  
PERAK SEBAGAI AGEN ANTIMIKROBA**


### CATATAN:

1. Untuk latar belakang, diakhiri dengan tujuan penelitian.
2. Perbaiki kata depan dan awalan kata kerja.
3. Saran untuk memasukkan tabel distribusi ukuran partikel dan persentase nanopartikel yang masuk ukuran optimum, disertai pembahasan.
4. Hasil pengujian absorbansi sebaiknya hanya disajikan pada *range* yang akan dibahas.

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 30 Agustus 2022

Penguji 1



Tony Handoko, S.T., M. T.

Penguji 2



Ariestya Arlene Arbita, S.T., M.T.



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

### **SURAT PERNYATAAN**

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arif Budianto Cuaca

NPM : 2017620084

dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitian dengan judul:

**PENGARUH KONSENTRASI AGEN PEREDUKSI DAN PENGGUNAAN  
SURFAKTAN PADA SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK  
SEBAGAI AGEN ANTIMIKROBA**

Adalah hasil pekerjaan kami dan seluruh ide, pendapat, atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini kami buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan maka kami bersedia menanggung sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bandung, 28 Agustus 2022



Arif Budianto Cuaca

(2017620084)

## INTISARI

Perak dalam bentuk nanopartikel merupakan suatu agen yang dapat berperan dalam membunuh dan menghambat pertumbuhan mikroba. Hal ini dikarenakan kemampuannya yang dapat merusak dinding dan membran sel, merusak fungsi vital sel, serta dapat menyebabkan *oxidative stress* ketika berinteraksi dengan mikroba. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mensintesis nanopartikel perak adalah reduksi kimia. Metode ini memanfaatkan suatu senyawa kimia untuk mereduksi ion  $\text{Ag}^+$  di dalam larutan prekursor menjadi atom  $\text{Ag}^0$  dalam bentuk bebas. Atom-atom tersebut dapat membentuk inti kristal ketika larutan menjadi jenuh, di mana inti kristal yang telah terbentuk akan mengalami penumpukan sehingga membentuk nanopartikel. Permasalahan utama yang sering ditemukan dalam sintesis nanopartikel menggunakan metode ini adalah terjadinya proses aglomerasi, yaitu kondisi di mana nanopartikel yang terbentuk saling menyatu dan membentuk suatu partikel stabil yang berukuran lebih besar. Hal tersebut dapat dicegah dengan cara menambahkan larutan surfaktan sebelum proses reduksi dimulai.

Pada penelitian ini, nanopartikel perak akan disintesis dalam bentuk koloid, melalui metode reduksi kimia dengan menggunakan perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) sebagai larutan prekursor, natrium borohidrida ( $\text{NaBH}_4$ ) sebagai agen pereduksi, dan *sodium dodecyl sulfate* (SDS) sebagai surfaktan. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi agen pereduksi pada 0,001; 0,005; 0,01; 0,015 M dan penggunaan surfaktan pada titik CMC yaitu pada 0,5 g, terhadap karakteristik nanopartikel perak yang terbentuk. Koloid nanopartikel perak yang telah disintesis kemudian akan dilakukan uji antimikroba untuk diamati kemampuannya dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Pengujian ini akan dilakukan dengan menggunakan metode difusi agar, di mana jenis bakteri yang akan dilakukan untuk pengujian adalah *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Hasil pengamatan yang akan dilakukan berupa respon terhadap pertumbuhan bakteri yang dapat digambarkan oleh terbentuknya zona hambat pada sekeliling nanopartikel perak selama masa inkubasi.

Berdasarkan hasil pengujian antimikroba, didapatkan jika kemampuan nanopartikel perak hasil sintesis dalam menghambat pertumbuhan bakteri termasuk dalam kategori sedang hingga sangat kuat untuk semua variasi, di mana diameter zona hambat yang terbentuk berada pada kisaran 7 hingga 27,75 mm. Selain itu, berdasarkan hasil pengujian PSA, didapatkan jika pada konsentrasi agen pereduksi yang sama yaitu pada 0,015 M, nanopartikel yang disintesis menggunakan surfaktan memiliki distribusi ukuran yang jauh lebih kecil (51,2 nm) dibandingkan dengan nanopartikel perak yang disintesis tanpa menggunakan surfaktan (3474,4 nm). Adapun, berdasarkan hasil pengolahan data, didapatkan jika pada nanopartikel perak yang disintesis tanpa menggunakan surfaktan, jumlah  $\text{Ag}^+$  yang terkonversi menjadi  $\text{Ag}^0$  adalah sebesar 88,63 %, sedangkan pada nanopartikel perak yang disintesis dengan menggunakan surfaktan, nilai konversinya berada pada rentang 98,09 % hingga 98,76 %.

Kata kunci: nanopartikel perak, reduksi kimia, antimikroba, karakteristik

## ABSTRACT

*Silver in the form of nanoparticles is an agent that can play a role in killing and inhibiting microbial growth. This is because of its ability to damage cell walls and membranes, impair vital cell functions, and can cause oxidative stress when interacting with microbes. One method that can be used to synthesize silver nanoparticles is chemical reduction. This method utilizes a chemical compound to reduce  $\text{Ag}^+$  ions in the precursor solution to  $\text{Ag}^0$  atoms in the free form. These atoms can form a crystal nucleus when the solution becomes saturated, where the crystal nuclei that have been formed will accumulate to form nanoparticles. The main problem that is often found in the synthesis of nanoparticles using this method is the occurrence of the agglomeration process, which is a condition in which the nanoparticles formed merge with each other and form a larger stable particle. This can be prevented by adding a surfactant solution before the reduction process begins.*

*In this study, silver nanoparticles will be synthesized in colloidal form, through a chemical reduction method using silver nitrate ( $\text{AgNO}_3$ ) as a precursor solution, sodium borohydride ( $\text{NaBH}_4$ ) as a reducing agent, and sodium dodecyl sulfate (SDS) as a surfactant. The purpose of this study was to determine the effect of variations in the concentration of reducing agents at 0.001; 0.005; 0.01; 0.015 M and the use of surfactant at the CMC point at 0.5 g, on the characteristics of the silver nanoparticles formed. The synthesized colloidal silver nanoparticles will then be subjected to antimicrobial tests to observe their ability to inhibit bacterial growth. This test will be carried out using the agar diffusion method, where the types of bacteria to be tested are *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. The results of the observations will be in the form of a response to bacterial growth which can be described by the formation of an inhibition zone around the silver nanoparticles during the incubation period.*

*Based on the results of antimicrobial testing, it was found that the ability of synthesized silver nanoparticles to inhibit bacterial growth was in the moderate to very strong category for all variations, where the diameter of the inhibition zone formed was in the range of 7 to 27.75 mm. In addition, based on the results of PSA testing, it was found that at the same concentration of reducing agent at 0.015 M, the nanoparticles synthesized using surfactants had a much smaller size distribution (51.2 nm) compared to silver nanoparticles synthesized without using surfactants (3474.4 nm). Meanwhile, based on the results of data processing, it was found that in silver nanoparticles synthesized without using surfactants, the amount of  $\text{Ag}^+$  converted to  $\text{Ag}^0$  was 88.63%, while in silver nanoparticles synthesized using surfactants, the conversion value was in the range of 98.09% up to 98.76%.*

*Keywords: silver nanoparticles, chemical reduction, antimicrobial, characteristics*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan anugerah-Nya penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian dengan judul “Pengaruh Konsentrasi Agen Pereduksi dan Penggunaan Surfaktan Pada Sintesis Nanopartikel Perak Sebagai Agen Antimikroba” dengan baik dan tepat waktu. Proposal penelitian ini disusun untuk memenuhi persyaratan tugas akhir guna mencapai gelar sarjana Teknik Kimia di Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung. Dengan kerendahan hati penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam menyusun proposal penelitian ini, terutama kepada:

1. Ibu Anastasia Prima Kristijarti, S.Si., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, ilmu pengetahuan, saran dan waktu selama proses penyusunan proposal penelitian ini.
2. Bapak Kevin Cleary Wanta, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, ilmu pengetahuan, saran dan waktu selama proses penyusunan proposal penelitian ini.
3. Keluarga yang senantiasa memberikan doa dan dukungan secara moril maupun materiil.
4. Rekan-rekan seperjuangan yang telah memberikan dukungan, saran, dan semangat.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang terdapat dalam proposal penelitian ini karena keterbatasan kemampuan dan wawasan penulis. Oleh sebab itu, penulis terbuka dan mengharapkan adanya kritik, masukan, dan saran yang bersifat membangun sebagai bahan perbaikan bagi penulis. Akhir kata, penulis mengucapkan terimakasih atas perhatian pembaca dan berharap agar proposal penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandung, 26 Agustus 2022



Penulis



## DAFTAR ISI

SAMPUL DEPAN.....	i
JUDUL PENELITIAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
SURAT PERNYATAAN .....	iv
LEMBAR REVISI.....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiv
INTISARI .....	xv
ABSTRAK .....	xvi
<b>BAB I    PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Tema Sentral Masalah.....	2
1.3    Identifikasi Masalah .....	2
1.4    Premis.....	2
1.5    Hipotesis.....	3
1.6    Tujuan Penelitian .....	3
1.7    Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II    TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1    Perak.....	6
2.2    Nanopartikel .....	6
2.3.    Sintesis Nanopartikel .....	7
2.3.1    Proses Fisika.....	8
2.3.2    Proses Biologi .....	9
2.3.3    Proses Kimia.....	10
2.4    Agen Pereduksi .....	11
2.4.1    Nukleasi.....	13
2.4.2    Pertumbuhan Inti Kristal .....	13
2.4.3    Aglomerasi .....	14
2.5    Surfaktan .....	14
2.6.    Faktor yang Mempengaruhi Sintesis Nanopartikel Perak dengan Reduksi Kimia.....	19
2.6.1    Konsentrasi Larutan Prekursor.....	19
2.6.2    Konsentrasi Agen Pereduksi .....	20

2.6.3	pH .....	20
2.6.4	Temperatur .....	20
2.6.5	Waktu Reaksi .....	21
2.7	Nanopartikel Perak Sebagai Agen Antimikroba .....	21
2.7.1	Kerusakan Dinding dan Membran Sel Mikroba.....	22
2.7.2	Kerusakan Fungsi Vital Mikroba .....	22
2.7.3	<i>Oxidative Stress</i> .....	23
2.8	Pengaruh Karakteristik Nanopartikel Perak Terhadap Sifat Antimikroba .....	23
2.9	Uji Karakteristik Nanopartikel Perak .....	24
2.9.1	Spektrofotometer UV-Vis .....	24
2.9.2	<i>Particle Size Analyzer</i> (PSA).....	26
2.9.3	<i>Atomic Absorption Spectroscopy</i> (AAS).....	27
2.10	Uji Antimikroba .....	28
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN .....	31
3.1	Gambaran Umum Penelitian .....	31
3.2	Bahan dan Alat Penelitian .....	32
3.2.1	Bahan .....	32
3.2.2	Alat .....	32
3.3	Variasi Percobaan.....	33
3.4	Prosedur Penelitian .....	33
3.4.1	Penentuan Konsentrasi Surfaktan pada Titik CMC .....	34
3.4.2	Sintesis Nanopartikel Perak dengan Metode Reduksi Kimia.....	34
3.4.3	Uji Antimikroba pada Nanopartikel Perak .....	36
3.4.3.1	Sterilisasi Alat dan Bahan .....	36
3.4.3.2	Pembuatan Media NA .....	36
3.4.3.3	Peremajaan Mikroba Uji .....	38
3.4.3.4	Pembuatan Larutan Standar Mc. Farland 0,5 CFU .....	39
3.4.3.5	Pembuatan Suspensi Bakteri Uji .....	39
3.4.3.6	Pengenceran Sampel Koloid Nanopartikel Perak .....	40
3.4.3.7	Uji Aktivitas Pertumbuhan Mikroba .....	42
3.5	Lokasi dan Jadwal Kerja Penelitian .....	44
BAB IV	PEMBAHASAN .....	45
4.1	Penentuan Titik CMC .....	45
4.2	Pembuatan Sampel Koloid Nanopartikel Perak .....	47
4.3	Uji Antimikroba .....	48
4.4	Karakterisasi Nanopartikel Perak.....	54

4.4.1	Hasil Pengujian Distribusi Ukuran Nanopartikel Perak.....	55
4.4.2	Hasil Pengujian Kestabilan Nanopartikel Perak .....	56
4.4.3	Hasil Pengujian Konversi Nanopartikel Perak .....	60
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN .....	62
5.1	Kesimpulan .....	62
5.2	Saran .....	62
	DAFTAR PUSTAKA .....	63
	LAMPIRAN A <i>MATERIAL SAFETY DATA SHEET</i> .....	69
A.1	Perak Nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ).....	69
A.2	Natrium Borohidrida ( $\text{NaBH}_4$ ) .....	69
A.3	<i>Sodium Dodecyl Sulphate</i> (SDS).....	70
A.4	<i>Nutrient Agar</i> .....	71
A.5	Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> .....	72
A.6	Bakteri <i>Escherichia coli</i> .....	72
A.7	Barium Klorida ( $\text{BaCl}_2$ ).....	73
A.8	Asam Sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).....	74
	LAMPIRAN B METODE ANALISIS .....	76
B.1	Pengujian Tegangan Permukaan .....	76
B.1.1	Kalibrasi Tensiometer Du-Nouy .....	76
B.1.2	Pengujian Tegangan Permukaan dengan Tensiometer Du-Nouy.....	76
B.2	Pengujian Kekeruhan .....	78
B.2.1	Kalibrasi <i>Turbidity Meter</i> .....	78
B.2.2	Pengujian Tingkat Kekeruhan dengan <i>Turbidity Meter</i> .....	79
B.3	Pengujian Kestabilan Koloid Nanopartikel Perak.....	80
B.3.1	Standarisasi Spektrofotometer UV-Vis .....	80
B.3.2	Pengujian Kestabilan Nanopartikel Perak dengan Spektrofotometer UV- Vis.....	80
	LAMPIRAN C HASIL PENGAMATAN DAN HASIL ANTARA .....	82
C.1	Pengujian Titik CMC .....	82
C.2	Pembuatan Larutan Standar Mc. Farland dan Suspensi Bakteri .....	82
C.3	Uji Antimikroba .....	82
C.4	Analisis PSA.....	83
C.5	Analisis Spektrofotometer UV-Vis .....	84
C.6	Analisis AAS .....	88

LAMPIRAN D CONTOH PERHITUNGAN .....	89
D.1 Penentuan Diameter Zona Hambat .....	89
D.2 Penentuan Konversi .....	90
LAMPIRAN E GRAFIK	
E.1 Penentuan Titik CMC .....	91
E.2 Uji Antimikroba .....	91
E.3 Hasil Analisis PSA .....	92
E.4 Hasil Analisis Spetrofotometer UV-Vis .....	93

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skema Sintesis Nanopartikel dengan Pendekatan Top-Down dan Bottom-up .....	8
Gambar 2.2	Mekanisme Pembentukan Nanopartikel .....	12
Gambar 2.3	Hubungan antara Ukuran Nanopartikel, Laju Nukleasi, Laju Pertumbuhan, dan Laju Aglomerasi Terhadap Tingkat Kejenuhan .....	13
Gambar 2.4	Pengaruh Tingkat Kejenuhan Terhadap Pertumbuhan Inti Kristal .....	14
Gambar 2.5	Struktur Surfaktan .....	15
Gambar 2.6	Ilustrasi Penambahan Surfaktan pada Sintesis Nanopartikel .....	15
Gambar 2.7	Hubungan Konsentrasi Surfaktan Terhadap Tegangan Permukaan .....	16
Gambar 2.8	Pengaruh Penambahan Surfaktan .....	17
Gambar 2.9	Mekanisme Nanopartikel Perak Sebagai Antimikroba .....	21
Gambar 2.10	Penetrasi Nanopartikel Perak ke dalam Sel Mikroba .....	22
Gambar 2.11	Interaksi Nanopartikel Perak dengan DNA dan Protein .....	23
Gambar 2.12	Susunan Alat Spektrofotometer UV-Vis .....	26
Gambar 2.13	Skema Alat PSA .....	27
Gambar 2.14	Prinsip Penyerapan Cahaya pada AAS .....	27
Gambar 2.15	Skema Alat AAS .....	28
Gambar 2.16	Pengukuran Diameter Zona Hambat .....	29
Gambar 3.1	Rangkaian Alat Sintesis Nanopartikel Perak dengan Reduksi Kimia .....	32
Gambar 3.2	Skema Prosedur Penentuan Konsentrasi Surfaktan pada Titik CMC .....	34
Gambar 3.3	Skema Sintesis Koloid Nanopartikel Perak dengan Metode Reduksi Kimia .....	35
Gambar 3.4	Skema Sterilisasi Alat dan Bahan .....	36
Gambar 3.5	Skema Pembuatan Media NA .....	37
Gambar 3.6	Skema Peremajaan Mikroba Uji .....	38
Gambar 3.7	Skema Pembuatan Larutan Standar Mc. Farland 0,5 CFU .....	39
Gambar 3.8	Skema Pembuatan Suspensi Bakteri Uji .....	40
Gambar 3.9	Skema Pembuatan Sampel Nanopartikel Perak Pengenceran 10 Kali .....	41
Gambar 3.10	Skema Pembuatan Sampel Nanopartikel Perak Pengenceran 100 Kali .....	41
Gambar 3.11	Skema Inokulasi dan Uji Aktivitas Pertumbuhan Mikroba .....	43
Gambar 4.1	Grafik Hasil Pengujian Titik CMC pada Surfaktan SDS di dalam Larutan AgNO <sub>3</sub> .....	45
Gambar 4.2	Grafik Pembandingan Kecenderungan Tegangan Permukaan pada Penentuan Titik CMC .....	46
Gambar 4.3	Grafik Pembandingan Kecenderungan Tingkat Kekeruhan pada Penentuan Titik CMC .....	46
Gambar 4.4.	Hasil Sintesis Nanopartikel Perak .....	47

Gambar 4.5	Hasil Pembuatan (a) Larutan Standar Mc. Farland, (b) Suspensi Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> , dan (c) Suspensi Bakteri <i>Escherichia coli</i> .....	48
Gambar 4.6	Hasil Pengujian Nanopartikel Perak Sebagai Agen Antimikroba pada Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> .....	49
Gambar 4.7	Hasil Pengujian Nanopartikel Perak Sebagai Agen Antimikroba pada Bakteri <i>Escherichia coli</i> .....	50
Gambar 4.8	Hasil Pengukuran Diameter Zona Hambat pada Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> .....	51
Gambar 4.9	Hasil Pengukuran Diameter Zona Hambat pada Bakteri <i>Escherichia coli</i> .	51
Gambar 4.10	Respon Bakteri Terhadap Konsentrasi Agen Antimikroba .....	53
Gambar 4.11	Grafik Distribusi Ukuran Nanopartikel Perak .....	55
Gambar 4.12	Hasil Pengujian Spektrofotometer UV-Vis pada Sampel Nanopartikel Perak Variasi Konsentrasi NaBH <sub>4</sub> pada 0,001 M dan Menggunakan Surfaktan SDS .....	57
Gambar 4.13	Hasil Pengujian Spektrofotometer UV-Vis pada Sampel Nanopartikel Perak Variasi Konsentrasi NaBH <sub>4</sub> pada 0,005 M dan Menggunakan Surfaktan SDS .....	58
Gambar 4.14	Hasil Pengujian Spektrofotometer UV-Vis pada Sampel Nanopartikel Perak Variasi Konsentrasi NaBH <sub>4</sub> pada 0,01 M dan Menggunakan Surfaktan SDS .....	58
Gambar 4.15	Hasil Pengujian Spektrofotometer UV-Vis pada Sampel Nanopartikel Perak Variasi Konsentrasi NaBH <sub>4</sub> pada 0,015 M dan Menggunakan Surfaktan SDS.....	59
Gambar 4.16	Hasil Pengujian Spektrofotometer UV-Vis pada Sampel Nanopartikel Perak Variasi Konsentrasi NaBH <sub>4</sub> pada 0,015 M dan Tanpa Surfaktan.....	59
Gambar B.1	Skema Kalibrasi Tensiometer Du-Nouy .....	77
Gambar B.2	Skema Pengujian Tegangan Permukaan dengan Tensiometer Du-Nouy ....	78
Gambar B.3	Skema Kalibrasi <i>Turbidity Meter</i> .....	79
Gambar B.4	Gambar B.4 Skema Pengujian Tingkat Kekeruhan dengan <i>Turbidity Meter</i> .....	79
Gambar B.5	Skema Standarisasi Spektrofotometer UV-Vis.....	80
Gambar B.6	Pengujian Kestabilan Nanopartikel Perak dengan Spektrofotometer UV-Vis.....	81
Gambar E.1	Grafik Hasil Pengujian Titik CMC pada Surfaktan SDS di dalam Larutan AgNO <sub>3</sub> .....	91
Gambar E.2	Hasil Pengukuran Diameter Zona Hambat pada Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> .....	91
Gambar E.3	Hasil Pengukuran Diameter Zona Hambat pada Bakteri <i>Escherichia coli</i> ..	92

Gambar E.4	Hasil Pengujian PSA pada Sampel Nanopartikel Perak Variasi Konsentrasi NaBH <sub>4</sub> pada 0,015 M dan Menggunakan Surfaktan.....	92
Gambar E.5	Hasil Pengujian PSA pada Sampel Nanopartikel Perak Variasi Konsentrasi NaBH <sub>4</sub> pada 0,015 M dan Tanpa Surfaktan.....	93
Gambar E.6	Hasil Pengujian Spektrofotometer UV-Vis pada Sampel Nanopartikel Perak Variasi Konsentrasi NaBH <sub>4</sub> pada 0,001 M dan Menggunakan Surfaktan SDS .....	93
Gambar E.7	Hasil Pengujian Spektrofotometer UV-Vis pada Sampel Nanopartikel Perak Variasi Konsentrasi NaBH <sub>4</sub> pada 0,005 M dan Menggunakan Surfaktan SDS .....	94
Gambar E.8	Hasil Pengujian Spektrofotometer UV-Vis pada Sampel Nanopartikel Perak Variasi Konsentrasi NaBH <sub>4</sub> pada 0,01 M dan Menggunakan Surfaktan SDS.....	94
Gambar E.9	Hasil Pengujian Spektrofotometer UV-Vis pada Sampel Nanopartikel Perak Variasi Konsentrasi NaBH <sub>4</sub> pada 0,015 M dan Menggunakan Surfaktan SDS .....	95
Gambar E.10	Hasil Pengujian Spektrofotometer UV-Vis pada Sampel Nanopartikel Perak Variasi Konsentrasi NaBH <sub>4</sub> pada 0,015 M dan Tanpa Surfaktan.....	95

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Premis Sintesis Nanopartikel Perak dengan Metode Reduksi Kimia.....	4
Tabel 2.1	Aplikasi Nanopartikel.....	7
Tabel 2.2	Kelebihan dan Kelemahan Sintesis dengan Proses Fisika.....	8
Tabel 2.3	Kelebihan dan Kelemahan Sintesis dengan Metode Biologi.....	10
Tabel 2.4	Kelebihan dan Kelemahan Sintesis dengan Proses Kimia .....	11
Tabel 2.5	Konfigurasi Surfaktan Berdasarkan Rasio Pengepakan Surfaktan.....	18
Tabel 2.6	Panjang Gelombang Berbagai Spektrum Sinar .....	25
Tabel 2.7	Panjang Gelombang Berbagai Macam Warna.....	25
Tabel 2.8	Panjang Gelombang Berbagai Macam Warna.....	29
Tabel 2.9	Kondisi Optimum untuk Pertumbuhan Mikroba Uji .....	30
Tabel 3.1	Variasi Percobaan .....	33
Tabel 3.2	Jadwal Kerja Penelitian .....	44
Tabel 4.1	Hasil Pengukuran Absorbansi Larutan Standar Mc. Farland dan Suspensi Bakteri.....	48
Tabel 4.2	Hasil Pengukuran Diameter Zona Hambat pada Pengujian Nanopartikel Perak Sebagai Agen Antimikroba .....	50
Tabel 4.3	Kemampuan Antimikroba dari Setiap Variasi Sampel Nanopartikel Perak ....	54
Tabel 4.4	Hasil Pengujian Distribusi Ukuran Nanopartikel Perak .....	55
Tabel 4.5	Hasil Analisis AAS .....	60
Tabel 4.6	Konversi Setiap Variasi Sampel Nanopartikel Perak .....	60
Tabel C.1	Hasil Pengujian Titik CMC .....	82
Tabel C.2	Hasil Pengukuran Absorbansi Larutan Standar Mc. Farland dan Suspensi Bakteri .....	82
Tabel C.3	Hasil Uji Antimikroba Koloid Nanopartikel Perak .....	82
Tabel C.4	Hasil Uji Antimikroba Koloid Nanopartikel Perak Pengenceran 10 Kali .....	83
Tabel C.5	Hasil Uji Antimikroba Koloid Nanopartikel Perak Pengenceran 100 Kali .....	83
Tabel C.6	Hasil Analisis PSA Sampel Nanopartikel Perak .....	83
Tabel C.7	Hasil Analisis Spektrofotometer UV-Vis Sampel Nanopartikel Perak Variasi NaBH <sub>4</sub> 0,001 M Menggunakan Surfaktan .....	84
Tabel C.8	Hasil Analisis Spektrofotometer UV-Vis Sampel Nanopartikel Perak Variasi NaBH <sub>4</sub> 0,005 M Menggunakan Surfaktan.....	85
Tabel C.9	Hasil Analisis Spektrofotometer UV-Vis Sampel Nanopartikel Perak Variasi NaBH <sub>4</sub> 0,01 M Menggunakan Surfaktan.....	86
Tabel C.10	Hasil Analisis Spektrofotometer UV-Vis Sampel Nanopartikel Perak Variasi NaBH <sub>4</sub> 0,015 M Menggunakan Surfaktan.....	87
Tabel C.11	Hasil Analisis Spektrofotometer UV-Vis Sampel Nanopartikel Perak Variasi NaBH <sub>4</sub> 0,015 M Tanpa Surfaktan.....	88
Tabel C.12	Hasil Analisis AAS Sampel Nanopartikel Perak.....	88



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dewasa ini, telah berkembang berbagai teknologi yang dapat berperan dalam menciptakan suatu produk antimikroba berbasis logam. Suatu logam yang berperan sebagai antimikroba harus memiliki ukuran yang sangat kecil hingga mencapai skala nanometer agar mampu berinteraksi langsung dengan mikroba patogen. Disiplin ilmu yang mempelajari tentang sintesis produk berukuran nanometer tersebut dikenal dengan nanoteknologi (Suwarda dan Maarif, 2013). Nanoteknologi telah banyak diteliti secara intensif sejak awal tahun 1990-an dan menarik perhatian banyak ilmuwan karena diyakini mampu berperan penting dalam membantu mengembangkan berbagai macam produk (Ristian, 2013)

Salah satu nanopartikel yang sedang banyak dikembangkan belakangan ini adalah nanopartikel perak. Hal ini dikarenakan sifat alami dari nanopartikel perak yang dapat berperan aktif sebagai agen antimikroba dan tidak toksik apabila digunakan pada manusia (Sirajudin dan Rahmanisa, 2016). Nanopartikel perak dapat berperan sebagai agen antimikroba karena sifatnya yang mampu merusak dinding dan membran sel, merusak fungsi vital sel, serta dapat menyebabkan *oxidative stress* pada sel mikroba (Magani dkk., 2020). Untuk dapat diaplikasikan sebagai agen antimikroba, perak harus memiliki ukuran nanometer agar mampu menembus ruang-ruang kecil yang tidak bisa ditembus oleh partikel yang berukuran lebih besar (Martien dkk., 2012). Saat ini, telah berkembang berbagai produk yang telah memanfaatkan sifat antimikroba pada nanopartikel perak, seperti pada tisu basah, deodoran, sabun, dan lain-lain (Subally, 2018).

Terdapat banyak metode yang dapat digunakan untuk menyintesis nanopartikel perak seperti sonokimia, reduksi fotokimia, reduksi kimia, dan lain-lain. Diantara metode-metode tersebut, reduksi kimia merupakan metode yang paling umum digunakan karena operasinya yang mudah untuk dilakukan, peralatan yang digunakan cukup murah dan sederhana, serta cocok digunakan untuk skala kecil (Ristian, 2013; Jamkhande dkk., 2019). Metode reduksi kimia itu sendiri merupakan metode sintesis nanopartikel yang dilakukan dengan cara mereduksi ion logam di dalam suatu larutan prekursor dengan bantuan suatu senyawa kimia yang berperan sebagai agen pereduksi.

Tingkat keefektifan nanopartikel perak dalam membunuh dan menghambat pertumbuhan mikroba sangat dipengaruhi oleh konsentrasi dan ukurannya. Oleh karena itu, saat ini banyak peneliti yang sedang berlomba-lomba untuk mencari cara dalam menciptakan nanopartikel perak dengan konsentrasi dan ukuran yang terbaik. Dalam proses sintesisnya, konsentrasi dan ukuran dari nanopartikel perak yang terbentuk dapat dikendalikan. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengendalikan konsentrasi dan ukuran dari nanopartikel perak yang terbentuk adalah dengan mengubah konsentrasi agen pereduksi yang digunakan atau dengan menambahkan surfaktan pada saat proses sintesis dilakukan.

## **1.2 Tema Sentral Masalah**

Pada penelitian ini akan dilakukan sintesis koloid nanopartikel perak dengan metode reduksi kimia, di mana nanopartikel perak yang terbentuk akan dilakukan pengujian antimikroba dan dianalisis karakteristiknya. Proses sintesis dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi agen pereduksi dan penggunaan surfaktan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran tentang parameter yang mempengaruhi konsentrasi dan ukuran nanopartikel perak yang terbentuk serta pengaruhnya terhadap kemampuan antimikroba.

## **1.3 Identifikasi Masalah**

Berdasarkan tema sentral masalah yang telah dipaparkan maka dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi dan ukuran nanopartikel perak yang terbentuk terhadap kemampuannya sebagai agen antimikroba?
2. Bagaimana pengaruh penambahan surfaktan terhadap ukuran nanopartikel perak yang terbentuk?
3. Bagaimana pengaruh konsentrasi agen pereduksi terhadap konsentrasi nanopartikel perak yang terbentuk?

## **1.4 Premis**

Berdasarkan studi literatur, diperoleh beberapa parameter yang berpengaruh dalam penelitian ini. Premis-premis penelitian ini disajikan dalam **Tabel 1.1**.

## 1.5 Hipotesis

Berdasarkan studi pustaka yang telah dipaparkan maka dapat dihasilkan hipotesis sebagai berikut:

1. Nanopartikel perak yang memiliki ukuran lebih kecil serta memiliki konsentrasi tinggi akan memiliki kemampuan antimikroba yang lebih kuat.
2. Penambahan surfaktan pada konsentrasi optimum mampu mencegah terjadinya aglomerasi, sehingga akan membentuk nanopartikel perak dengan ukuran yang lebih kecil.
3. Konsentrasi agen pereduksi yang semakin tinggi akan membentuk nanopartikel perak dengan konsentrasi yang lebih besar.

## 1.6 Tujuan Penelitian

Tujuan khusus penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi dan ukuran nanopartikel perak terhadap kemampuannya sebagai agen antimikroba. Adapun, tujuan umum dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mempelajari pengaruh penambahan surfaktan terhadap ukuran nanopartikel perak yang terbentuk.
2. Mempelajari pengaruh konsentrasi agen pereduksi terhadap konsentrasi nanopartikel perak yang terbentuk.

## 1.7 Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi yang berguna untuk memajukan pengetahuan terutama dalam bidang medis.
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi tolak ukur untuk mengembangkan nanoteknologi yang berbasis logam lainnya.

**Tabel 1.1** Premis Sintesis Nanopartikel Perak dengan Metode Reduksi Kimia

Prekursor	Konsentrasi Prekursor	Agen Pereduksi	Konsentrasi Agen Pereduksi	Surfaktan	Konsentrasi Surfaktan	Kondisi Operasi			Hasil Produk		Peneliti
						Waktu	pH	Suhu	Ukuran	Bentuk	
AgNO <sub>3</sub> 8 mL	0,01 M	Aniline 20 mL	0,01 M	CTAB 5 mL	0,01 M	5 Menit	10,2	Suhu ruang	10–30 nm	Bola	Khan dkk., 2011
AgNO <sub>3</sub> 8 mL	0,01 M	Aniline 10 mL	[Ag <sup>+</sup> ]/[Aniline] : 0,8 [Ag <sup>+</sup> ]/[Aniline] : 0,4 [Ag <sup>+</sup> ]/[Aniline] : 0,3	CTAB 4 mL	0,01 M	-	10,3	33 °C	25 nm	Bola dan tidak beraturan	Hussain dkk., 2011
AgNO <sub>3</sub> 80 mL	-	Trisodium Sitrat 20 mL	0,004 M; 0,005 M; 0,006 M; 0,007 M	Asam Askorbat 70 mL	0,001 M; 0,002 M; 0,003 M	20 Menit	-	60 °C	35–80 nm	Bola dan poligonal	Suriati dkk., 2014
AgNO <sub>3</sub> 100 mL	0,005 M	Trinatrium Sitrat 10 mL	0,02 M; 0,04 M; 0,08 M	-	-	-	-	70 °C	13,1 nm	Tidak beraturan	Maharani dkk., 2018
AgNO <sub>3</sub> 1 mL	0,1 M	Asam Askorbat 100 mL	0,0006 M	Trisodium sitrat 100 mL	0,003 M	60 Menit	11	100 °C	33,55 nm	Bola	Alqadi dkk., 2014
AgNO <sub>3</sub> 5 mL	0,01 M	NaBH <sub>4</sub> 30 mL	0,002 M	PVP 0,2 mL	17 %-b	-	-	Suhu Ruang	96 nm	-	Wahyudi dkk., 2011
AgNO <sub>3</sub> 20 mL	0,001 M	NaBH <sub>4</sub> 60 mL	0,002 M	SDS	0,1 g	20 Menit	-	10 °C	7,5 nm	Bola	Patil dkk., 2012

**Tabel 1.1** Premis Sintesis Nanopartikel Perak dengan Metode Reduksi Kimia (Lanjutan)

Prekursor	Konsentrasi Prekursor	Agen Pereduksi	Konsentrasi Agen Pereduksi	Surfaktan	Konsentrasi Surfaktan	Kondisi Operasi			Hasil Produk		Peneliti
						Waktu	pH	Suhu	Ukuran	Bentuk	
AgNO <sub>3</sub> 20 mL	0,001 M	NaBH <sub>4</sub> 60 mL	0,002 M	CTAB	0,02 g	20 Menit	-	10 °C	7 – 16 nm	Bola	Patil dkk., 2012
AgNO <sub>3</sub> 0,2 mL	0,005 M	NaBH <sub>4</sub> 0,2 mL	0,1 M	Gemini surfactant (18- 3(OH)-18 Propane dibromide)	0,2 g	120 Menit	-	-	7,1 nm	Bola	Xu dkk., 2006
AgNO <sub>3</sub> 20 mL	0,05 M	NaBH <sub>4</sub> 20 mL	0,01 M	Trisodium Sitrat 5 mL	0,05 M	-	10	10 °C	70,81 nm	-	Quintero- Quiroz dkk., 2019