

**PENGARUH RASIO VOLUME AgNO_3 TERHADAP
BIOREDUKTOR DAN KONSENTRASI AgNO_3 PADA
SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK
MENGUNAKAN EKSTRAK KULIT BUAH NAGA
(*Selenicereus undatus*)**

Laporan Penelitian

Disusun untuk memenuhi tugas akhir guna mencapai gelar
sarjana di bidang ilmu Teknik Kimia

oleh:

Nicole Xenia Barnabas

(6141801022)

Pembimbing:

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

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



PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN

2022

**THE EFFECT OF AgNO_3 TO EXTRACT VOLUME
RATIO AND CONCENTRATION OF AgNO_3 ON THE
SYNTHESIS OF SILVER NANOPARTICLES
USING DRAGON FRUIT PEEL EXTRACT
(*Selenicereus undatus*)**

Research Report

Submitted in fulfillment of the requirements for the degree of
Bachelor of Chemical Engineering

by:

Nicole Xenia Barnabas

(6141801022)

Advisor:

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

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



CHEMICAL ENGINEERING UNDERGRADUATE PROGRAM

FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY

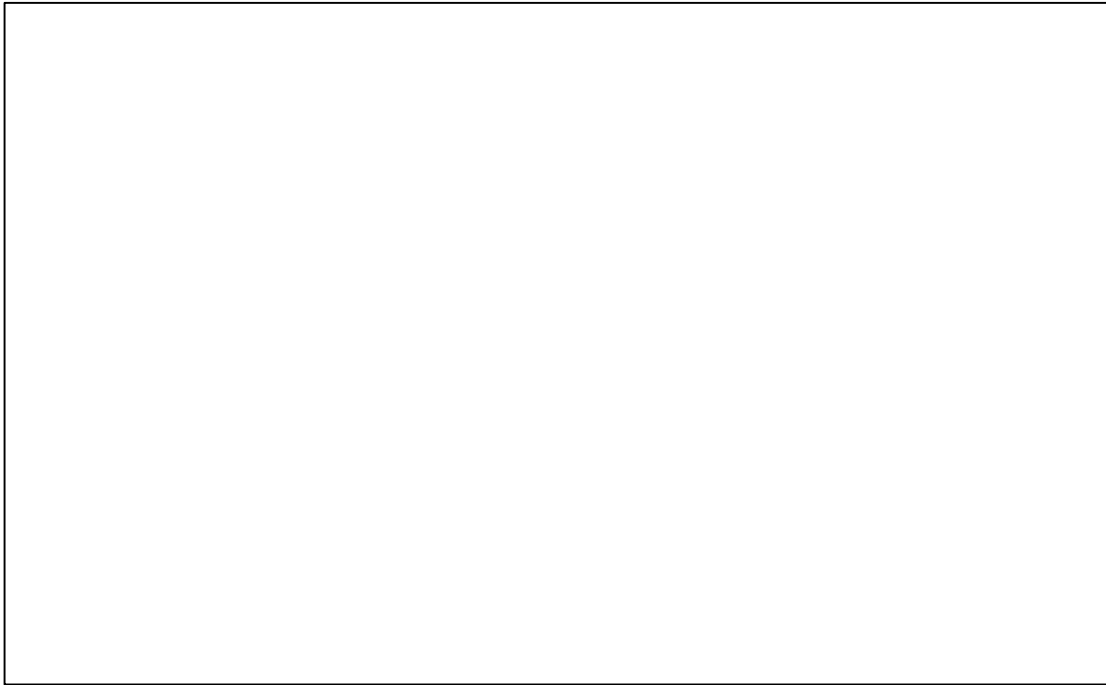
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY

2022

LEMBAR PENGESAHAN

**JUDUL : PENGARUH RASIO VOLUME AgNO_3 TERHADAP BIOREDUKTOR
DAN KONSENTRASI AgNO_3 PADA SINTESIS NANOPARTIKEL
PERAK MENGGUNAKAN EKSTRAK KULIT BUAH NAGA
(*Selenicereus undatus*)**

CATATAN:



Telah diperiksa dan disetujui,
Bandung, 29 Agustus 2022

Pembimbing 1

Pembimbing 2

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

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



PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nicole Xenia Barnabas

NRP : 6141801022

dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitian dengan judul:

**Pengaruh Rasio Volume AgNO_3 terhadap Bioreduktor dan Konsentrasi AgNO_3
pada Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Kulit Buah Naga
(*Selenicereus undatus*)**

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

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

Bandung, 23 Agustus 2022



Nicole Xenia Barnabas
(6141801022)

LEMBAR REVISI

**JUDUL : PENGARUH RASIO VOLUME AgNO_3 TERHADAP BIOREDUKTOR
DAN KONSENTRASI AgNO_3 PADA SINTESIS NANOPARTIKEL
PERAK MENGGUNAKAN EKSTRAK KULIT BUAH NAGA
(*Selenicereus undatus*)**

CATATAN:

Telah diperiksa dan disetujui,
Bandung, 29 Agustus 2022

Penguji 1



Ratna Fida Susanti, Ph.D.

Penguji 2



Hans Kristanto, S.T., M.T.

INTISARI

Nanosilver atau AgNP adalah partikel logam perak yang berukuran nano dalam rentang 1 hingga 100 nm dimana perbandingan luas permukaan terhadap volume AgNP dapat dimanfaatkan pada bidang medis. Pembuatan AgNP dapat menggunakan metode yang ramah lingkungan, yaitu secara biologis sebab senyawa fenolik dalam tanaman dapat mereduksi ion logam. Salah satu contohnya adalah menggunakan kulit buah naga berdaging putih (*Selenicereus undatus*). Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh rasio volume larutan prekursor terhadap ekstrak dan konsentrasi prekursor terhadap AgNP yang terbentuk, menentukan karakteristik AgNP, dan mengetahui aktivitas antibakteri AgNP yang dihasilkan dari biosintesis menggunakan kulit buah naga.

Senyawa fenolik dari kulit buah naga diekstraksi menggunakan media air. Ekstrak direaksikan dengan larutan AgNO₃ dengan variasi tertentu, yaitu rasio volume larutan prekursor AgNO₃ terhadap larutan ekstrak kulit buah naga (1:2, 1:20, 1:200 mL:mL) dan konsentrasi AgNO₃ (5mM, 10mM, 20 mM). Hasil sintesis dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer Vis, FTIR, dan PSA. Aktivitas antibakteri AgNP diuji menggunakan metode difusi sumuran.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa senyawa fenolik yang terdapat dalam ekstrak adalah sebesar 0,948 g GAE/mg ekstrak. Pada variasi rasio volume didapatkan bahwa semakin besar perbandingan volume, semakin baik reduksi yang terjadi hingga batas optimal tertentu, maka diperoleh rasio terbaik, yaitu 1:20 mL:mL, dengan besar absorbansi 1,26 pada panjang gelombang 459 nm dan berdiameter rata-rata 52,5 nm berdasarkan hasil karakterisasi PSA. Untuk variasi konsentrasi AgNO₃ didapat hasil dimana semakin besar konsentrasi, semakin banyak nanopartikel yang terbentuk, maka diperoleh konsentrasi AgNO₃ terbaik, yaitu 20 mM, dengan besar absorbansi 1,552 pada panjang gelombang 455 nm dan berdiameter 131,9 nm berdasarkan hasil karakterisasi PSA. Hasil analisis aktivitas antibakteri AgNP menunjukkan bahwa AgNP lebih efektif terhadap bakteri gram negatif.

Kata kunci: antibakteri, bioreduktor, kulit buah naga, nanopartikel perak

ABSTRACT

*Nanosilver or AgNP are nano-sized silver particles that ranges between 1 to 100 nm in size where their high surface area to volume ratio can be benefited for medical applications. An eco-friendly technique to synthesize AgNP is by using the biological method because the phenolic compounds in plants can reduce metal ions. For example, white dragon fruit peel (*Selenicereus undatus*). The aim of this research was to determine the effect of precursor to extract volume ratio and concentration of precursor on the formed AgNP, determine the characteristics of the formed AgNP, and determine the antibacterial activity of the AgNP which are biosynthesized using dragon fruit peel.*

The phenolic compounds in dragon fruit peels are extracted using water. The extract was reacted with AgNO₃ using different variations, which are the precursor to extract volume ratio (1:2, 1:20, 1:200 mL:mL) and the concentration of AgNO₃ (5 mM, 10 mM, 20 mM). The results were then characterized by Vis spectrophotometer, FTIR, and PSA while the antibacterial screening of AgNP was carried out using the well diffusion method.

The results showed that the amount of phenolic compounds in the extract was 0,948 g GAE/mg extract. In the volume ratio variation, it was found that the greater the volume ratio, the better the reduction occurred until it reached a certain point, namely the 1:20 mL:mL ratio, with an absorbance of 1,26 at the wavelength of 459 nm and an average size of 52,5 nm based on the result of the PSA analysis. As for the concentration of precursor variation, it was found that the higher the concentration used, the more amount of AgNP formed, so the best concentration of AgNO₃ obtained was the 20 mM with an absorbance of 1,552 at the wavelength of 455 nm and an average size of 131,9 nm based on the result of the PSA analysis. The synthesized nanoparticles exhibited effective antibacterial action against gram negative bacteria.

Keywords: antibacterial, bioreductor, dragon fruit peel, silver nanoparticles

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan judul “Pengaruh Rasio Volume AgNO_3 terhadap Bioreduktor dan Konsentrasi AgNO_3 pada Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Kulit Buah Naga (*Selenicereus undatus*)” tepat pada waktunya. Atas dukungan yang telah diberikan selama penyusunan laporan ini, dengan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Kevin Cleary Wanta, S.T., M.Eng. dan Anastasia Prima Kristijarti, S.Si., M.T. yang telah membimbing, mengarahkan, menyarankan, dan meluangkan waktu selama proses penyusunan laporan penelitian ini.
2. Orang tua dan keluarga penulis atas doa dan dukungan yang telah diberikan.
3. Teman-teman penulis yang telah memberikan dukungan dan saran, khususnya AVC, NRHH, LR, KL, DW.
4. Semua pihak yang telah turut berkontribusi dalam penyusunan laporan ini, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa dalam laporan penelitian ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran membangun yang dapat dijadikan bahan perbaikan bagi penulis. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih atas perhatian pembaca serta penulis berharap laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandung, 23 Agustus 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
INTISARI	xv
ABSTRACT	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tema Sentral Masalah.....	2
1.3. Identifikasi Masalah.....	2
1.4. Premis.....	3
1.5. Hipotesis.....	3
1.6. Tujuan Penelitian.....	3
1.7. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. <i>Nanosilver</i>	7
2.1.1. Mekanisme Antibakteri <i>Nanosilver</i>	7
2.1.2. Faktor yang Memengaruhi Aktivitas Antibakteri <i>Nanosilver</i>	8
2.2. Metode Sintesis <i>Nanosilver</i>	10
2.2.1. Pendekatan Fisika.....	10
2.2.2. Pendekatan Kimiawi.....	11
2.2.3. Pendekatan Biologis.....	12
2.3. Perak Nitrat (AgNO_3).....	13
2.4. Agen Reduktor.....	14
2.5. Capping Agent.....	18
2.6. Metode Analisis Kadar Fenolik.....	18
2.7. Analisis Karakteristik <i>Nanosilver</i>	20
2.7.1. Spektrofotometer UV/Vis.....	20

2.7.2. <i>Fourier-Transform Infrared Spectroscopy</i> (FTIR)	21
2.7.3. Particle Size Analyzer (PSA)	22
2.7.4. Difusi Sumuran	22
BAB III METODE PENELITIAN	26
3.1. Gambaran Umum Penelitian.....	26
3.2. Alat dan Bahan.....	26
3.3. Prosedur Kerja	28
3.3.1. Persiapan Bahan Baku	28
3.3.2. Ekstraksi Fenolik dari Kulit Buah Naga.....	28
3.3.3. Sintesis Nanosilver	29
3.3.4. Analisis Data	30
3.4. Lokasi Jadwal Kerja Penelitian.....	31
BAB IV PEMBAHASAN	32
4.1. Analisis Kadar Fenolik	32
4.2. Sintesis Nanopartikel Perak	33
4.2.1. Sifat dan Kestabilan Nanopartikel Perak	33
4.2.2. Karakterisasi FTIR	37
4.2.3. Karakterisasi PSA	38
4.3. Aktivitas Antibakteri Nanopartikel Perak.....	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	42
5.1. Kesimpulan	42
5.2. Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN A PROSEDUR ANALISIS	49
A.1. Analisis Kadar Fenolik	49
A.1.1. Kurva Standar Asam Galat.....	49
A.1.2. Pengujian Kadar Fenolik Ekstrak Kulit Buah Naga.....	50
A.2. Analisis Aktivitas Antibakteri.....	51
A.2.1. Pembuatan Media Bakteri	51
A.2.2. Penentuan Konsentrasi Bakteri	52
A.2.3. Uji Aktivitas Antibakteri.....	53
A.3. Uji Kestabilan Ukuran Nanopartikel Perak	54
LAMPIRAN B MATERIAL SAFETY DATA SHEET	55

B.1 Perak Nitrat (AgNO_3).....	55
B.1.1 Sifat Fisika dan Kimia	55
B.1.2 Bahaya dan Pertolongan Pertama	55
B.1.3 Penangan Bila Tertumpah	55
B.1.4 Penyimpanan	56
B.1.5 Proteksi	56
B.2 Etanol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$).....	56
B.2.1 Sifat Fisika dan Kimia	56
B.2.2 Bahaya dan Pertolongan Pertama	56
B.2.3 Penanganan Bila Tertumpah.....	57
B.2.4 Penyimpanan	57
B.2.5 Proteksi	57
B.3 Besi Klorida (FeCl_3).....	57
B.3.1 Sifat Fisika dan Kimia	57
B.3.2 Bahaya dan Pertolongan Pertama	57
B.3.3 Penanganan Bila Tertumpah.....	58
B.3.4 Penyimpanan	58
B.3.5 Proteksi	58
B.4 Reagen Folin-Ciocalteu.....	58
B.4.1 Sifat Fisika dan Kimia	58
B.4.2 Bahaya dan Pertolongan Pertama	58
B.4.3 Penanganan Bila Tertumpah.....	59
B.4.4 Penyimpanan	59
B.4.5 Proteksi	59
B.5 Larutan Natrium Karbonat (Na_2CO_3).....	59
B.5.1 Sifat Fisika dan Kimia	59
B.5.2 Bahaya dan Pertolongan Pertama	59
B.5.3 Penanganan Bila Tertumpah.....	60
B.5.4 Penyimpanan	60
B.5.5 Proteksi	60
B.6 Pepton.....	60
B.6.1 Sifat Fisika dan Kimia	60
B.6.2 Bahaya dan Pertolongan Pertama	60

B.6.3 Penanganan Bila Tertumpah.....	61
B.6.4 Penyimpanan	61
B.6.5 Proteksi.....	61
B.7 Ekstrak daging.....	61
B.7.1 Sifat Fisika dan Kimia	61
B.7.2 Bahaya dan Pertolongan Pertama	61
B.7.3 Penanganan Bila Tertumpah.....	61
B.7.4 Penyimpanan	62
B.7.5. Proteksi	62
B.8 Standar McFarland	62
B.8.1 Sifat Fisika dan Kimia	62
B.8.2 Bahaya dan Pertolongan Pertama	62
B.8.3 Penangan Bila Tertumpah	62
B.8.4 Penyimpanan	62
B.8.5 Proteksi.....	63
LAMPIRAN C DATA PENGAMATAN.....	64
C.1 Kurva Standar Asam Galat.....	64
C.2 Hasil Spektrofotometer Vis Nanopartikel Perak.....	64
C.2.1 Variasi 1.....	64
C.2.2 Variasi 2.....	65
C.2.3 Variasi 3.....	66
C.2.4 Variasi 4.....	67
C.2.5 Variasi 5.....	68
C.3 Uji Aktivitas Antibakteri Nanopartikel Perak.....	69
C.3.1 Uji Aktivitas Antibakteri terhadap <i>Escherichia coli</i>	69
C.3.2 Uji Aktivitas Antibakteri terhadap <i>Staphylococcus aureus</i>	70
C.3.3 Uji Aktivitas Antibakteri <i>Nanosilver</i> yang Terbentuk	70
C.4 Uji Kestabilan Nanopartikel Perak.....	71
C.4.1 Variasi 1.....	71
C.4.2 Variasi 2.....	73
C.4.3 Variasi 3.....	75
C.4.4 Variasi 4.....	77
C.4.5 Variasi 5.....	79

LAMPIRAN D GRAFIK	81
D.1 Kurva Standar Asam Galat	81
D.2 Hasil Sintesis Nanopartikel Perak.....	81
D.2.1 Spektrofotometer Vis	81
D.2.2 FTIR	85
D.2.3 <i>Particel Size Analyzer</i> (PSA)	87
D.3 Uji Kestabilan Nanopartikel Perak	88
LAMPIRAN E CONTOH PERHITUNGAN	91
E.1 Penentuan Kadar Fenolik	91
E.2 Pembuatan Larutan AgNO ₃	91
E.3 Konsentrasi Bakteri	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mekanisme AgNP dalam sel bakteri (Prabhu dan Poulouse, 2012)	7
Gambar 2.2 Skema terbentuknya AgNP (Haider dan Kang, 2015)	10
Gambar 2.3 Rangkaian alat metode elektrolisis (Vegisari, dkk., 2019)	12
Gambar 2.4 Skema terbentuknya nanopartikel logam dari proses biosintesis (Keat, dkk., 2015).....	13
Gambar 2.5 Struktur AgNO ₃ (National Center for Biotechnology Information, 2021)....	14
Gambar 2.6 Macam-macam buah naga (a) Buah naga berdaging putih (b) Buah naga berdaging merah (c) Buah naga kuning (d) Buah naga berdaging hitam (Nurina, 2018) ...	16
Gambar 2.7 Struktur senyawa fenolik (Hermansyah, 2015).....	16
Gambar 2.8 Mekanisme reduksi ion Ag ⁺ dengan fenolik (Fabiani, dkk., 2019)	17
Gambar 2.9 Reaksi reagen Folin-Ciocalteu dengan fenolik (Salim, dkk. 2020)	19
Gambar 2.10 Skema instrumen spektrofotometer UV/Vis (Caro and Claudia, 2015)	19
Gambar 2.11 Daerah spektrum gelombang elektromagnetik (Caro and Claudia, 2015)...	20
Gambar 2.12 Skema instrumen FTIR (Anam, dkk., 2007).....	21
Gambar 2.13 Skema alat PSA (Falke and Betzel, 2019)	22
Gambar 2.14 Kurva pertumbuhan bakteri (Maier dan Pepper, 2015)	23
Gambar 3.1 Rangkaian alat ekstraktor.....	27
Gambar 3.2 Rangkaian alat sintesis nanopartikel perak	27
Gambar 3.3 Persiapan kulit buah naga	28
Gambar 3.4 Proses ekstraksi fenolik dari kulit buah naga.....	28
Gambar 3.5 Proses sintesis nanopartikel perak (Phongtongpasuk, dkk., 2016)	29
Gambar 4.1 Kurva standar asam galat.....	32
Gambar 4.2 Perbandingan warna larutan sampel	34
Gambar 4.3 Kurva perbandingan hasil sintesis AgNP dengan variasi rasio volume AgNO ₃ terhadap volume ekstrak kulit buah naga	34
Gambar 4.4 Kurva perbandingan hasil sintesis AgNP dengan variasi konsentrasi AgNO ₃	35
Gambar 4.5 Uji kestabilan sampel variasi rasio volume AgNO ₃ :DPE = 1:2 dengan konsentrasi AgNO ₃ 10 mM	36
Gambar 4.6 Spektrum FTIR sampel variasi rasio volume AgNO ₃ :DPE = 1:2 dengan konsentrasi AgNO ₃ 10 mM.....	37

Gambar 4.7 Distribusi ukuran partikel sampel rasio volume AgNO_3 :DPE = 1:20 dengan konsentrasi AgNO_3 10 mM.....	38
Gambar 4.8 Distribusi ukuran partikel sampel rasio volume AgNO_3 :DPE = 1:2 dengan konsentrasi AgNO_3 20 mM.....	39
Gambar D.1 Kurva standar asam galat.....	81
Gambar D.2 Absorbansi sampel rasio volume AgNO_3 :DPE = 1:2 dengan konsentrasi AgNO_3 10 mM.....	81
Gambar D.3 Absorbansi sampel rasio volume AgNO_3 :DPE = 1:20 dengan konsentrasi AgNO_3 10 mM.....	82
Gambar D.4 Absorbansi sampel rasio volume AgNO_3 :DPE = 1:200 dengan konsentrasi AgNO_3 10 mM.....	82
Gambar D.5 Absorbansi sampel rasio volume AgNO_3 :DPE = 1:2 dengan konsentrasi AgNO_3 5 mM.....	83
Gambar D.6 Absorbansi sampel rasio volume AgNO_3 :DPE = 1:2 dengan konsentrasi AgNO_3 20 mM.....	83
Gambar D.7 Kurva perbandingan hasil sintesis AgNP dengan variasi rasio volume AgNO_3 terhadap volume ekstrak kulit buah naga	84
Gambar D.8 Kurva perbandingan hasil sintesis AgNP dengan variasi konsentrasi AgNO_3	84
Gambar D.9 Spektrum FTIR sampel variasi rasio volume AgNO_3 :DPE = 1:2 dengan konsentrasi AgNO_3 10 mM.....	85
Gambar D.10 Spektrum FTIR sampel variasi rasio volume AgNO_3 :DPE = 1:20 dengan konsentrasi AgNO_3 10 mM.....	85
Gambar D.11 Spektrum FTIR sampel rasio volume AgNO_3 :DPE = 1:200 dengan konsentrasi AgNO_3 10 mM.....	86
Gambar D.12 Spektrum FTIR sampel rasio volume AgNO_3 :DPE = 1:2 dengan konsentrasi AgNO_3 5 mM.....	86
Gambar D.13 Spektrum FTIR sampel rasio volume AgNO_3 :DPE = 1:2 dengan konsentrasi AgNO_3 20 mM.....	87
Gambar D.14 Distribusi ukuran partikel sampel rasio volume AgNO_3 :DPE = 1:20 dengan konsentrasi AgNO_3 10 mM.....	87
Gambar D.15 Distribusi ukuran partikel sampel rasio volume AgNO_3 :DPE = 1:2 dengan konsentrasi AgNO_3 20 mM.....	88

Gambar D.16 Uji kestabilan sampel rasio volume $\text{AgNO}_3:\text{DPE} = 1:2$ dengan konsentrasi AgNO_3 10 mM.....	88
Gambar D.17 Uji kestabilan sampel rasio volume $\text{AgNO}_3:\text{DPE} = 1:20$ dengan konsentrasi AgNO_3 10 mM.....	89
Gambar D.18 Uji kestabilan sampel rasio volume $\text{AgNO}_3:\text{DPE} = 1:200$ dengan konsentrasi AgNO_3 10 mM.....	89
Gambar D.19 Uji kestabilan sampel rasio volume $\text{AgNO}_3:\text{DPE} = 1:2$ dengan konsentrasi AgNO_3 5 mM.....	90
Gambar D.20 Uji kestabilan sampel rasio volume $\text{AgNO}_3:\text{DPE} = 1:2$ dengan konsentrasi AgNO_3 20 mM.....	90

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan hasil sintesis AgNP beberapa peneliti.....	14
Tabel 2.2 Klasifikasi <i>Selenicereus undatus</i>	15
Tabel 2.3 Variasi standar McFarland.....	24
Tabel 3.1 Variasi yang digunakan pada penelitian.....	29
Tabel 3.2 Rencana kerja penelitian pada periode September hingga Januari.....	31
Tabel 4.1 Data analisis FTIR daerah frekuensi terhadap ikatan (Skoog, dkk., 2017).....	37
Tabel 4.2 Diameter daerah hambatan nanosilver yang terbentuk	40
Tabel C.1 Kurva standar asam galat	64
Tabel C.2 Data sintesis nanopartikel perak variasi 1.....	64
Tabel C.3 Data sintesis nanopartikel perak variasi 2.....	65
Tabel C.4 Data sintesis nanopartikel perak variasi 3.....	66
Tabel C.5 Data sintesis nanopartikel perak variasi 4.....	67
Tabel C.6 Data sintesis nanopartikel perak variasi 5	68
Tabel C.7 Hasil uji aktivitas antibakteri terhadap <i>E. coli</i>	69
Tabel C.8 Hasil uji aktivitas antibakteri terhadap <i>S. aureus</i>	70
Tabel C.9 Hasil uji aktivitas antibakteri variasi rasio volume larutan AgNO ₃ terhadap volume ekstrak kulit buah naga	70
Tabel C.10 Hasil uji aktivitas antibakteri variasi konsentrasi AgNO ₃	71
Tabel C.11 Uji kestabilan nanopartikel perak variasi 1	71
Tabel C.12 Data rata-rata uji kestabilan nanopartikel perak variasi 1	72
Tabel C.13 Uji kestabilan nanopartikel perak variasi 2.....	73
Tabel C.14 Data rata-rata uji kestabilan nanopartikel perak variasi 2.....	74
Tabel C.15 Uji kestabilan nanopartikel perak variasi 3.....	75
Tabel C.16 Data rata-rata uji kestabilan nanopartikel perak variasi 3.....	76
Tabel C.17 Uji kestabilan nanopartikel perak variasi 4.....	77
Tabel C.18 Data rata-rata uji kestabilan nanopartikel perak variasi 4.....	78
Tabel C.19 Uji kestabilan nanopartikel perak variasi 5.....	79
Tabel C.20 Data rata-rata uji kestabilan nanopartikel perak variasi 5.....	80

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sifat medis perak sudah ditemukan sejak sekitar 3000 tahun yang lalu, awalnya perak digunakan sebagai perhiasan dan mata uang. Perak pertama kali diterapkan secara medis sebagai tempat menyimpan air untuk menjaga kesegaran. Selain itu, perak nitrat (AgNO_3) tercatat pada *Pharmacopoeia* tahun 69 SM sebagai obat yang diduga dapat mencegah infeksi pada luka. Namun, pemanfaatan perak sebagai antibakteri baru ditemukan pada tahun 1800-an dan mulai digunakan untuk pengobatan luka bakar (Talapko, dkk., 2020).

Pada abad ke-21 ini, peneliti-peneliti telah mengembangkan teknologi nano yang dapat diaplikasikan pada berbagai bidang sains, farmasi, dan kesehatan. Nanoteknologi berfokus pada pengontrolan bentuk dan ukuran suatu zat dalam skala nanometer. Berdasarkan *European Commission* 2011/696/EU, nanopartikel didefinisikan sebagai zat yang berdimensi dalam rentang 1-100 nm dan memiliki perbandingan luas permukaan terhadap volume sebesar $60 \text{ m}^2 \text{ cm}^{-3}$ (Pulit-Prociak and Banach, 2016).

Aplikasi nanoteknologi pada perak menghasilkan koloid perak yang mengandung 20 – 15000 atom dengan diameter di bawah 100 nm. Rasio luas permukaan terhadap volume yang besar ini meningkatkan konduktivitas dan stabilitas serta menunjukkan aktivitas antibakteri (Keat, dkk., 2015). Kelebihan lain dari *nanosilver* adalah biaya produksi yang rendah dan terbukti bahwa sitotoksitas dan respons imunologis *nanosilver* rendah (Yin, dkk., 2020). Oleh karena itu, *nanosilver* memiliki banyak potensi aplikasi, terutama pada bidang medis. Beberapa kegunaannya adalah sebagai lapisan pada permukaan implan dan suntikan, pembalut luka, pengiriman obat, dan pencitraan medis (Sim, dkk., 2018; Firoozi, dkk., 2016).

Sintesis nanopartikel perak terbagi menjadi tiga pendekatan, yaitu pendekatan fisika, kimiawi, dan biologis. Beberapa metode yang tergolongkan dalam pendekatan fisika dan kimiawi, antara lain ada radiasi UV, radiasi *microwave*, dan elektrokimia. Namun, metode-metode tersebut menggunakan senyawa kimia yang beracun sehingga dapat merugikan lingkungan dan kesehatan manusia. Untuk mengurangi resiko kerusakan lingkungan, banyak penelitian yang menggunakan pendekatan biologi di mana sintesis nanopartikel perak dapat dilakukan dengan ekstrak tanaman dan mikroorganisme. Metode

ini tidak memerlukan senyawa *toxic*, bersifat ramah lingkungan, dan lebih hemat biaya sebab tidak membutuhkan energi dan waktu yang banyak (Cicek, dkk., 2015).

Di Indonesia, salah satu buah yang mudah didapat adalah buah naga berdaging putih (*Selenicereus undatus*). Umumnya, bagian buah naga sebesar 30-35 % adalah kulit yang tidak dapat dikonsumsi dan biasa dibuang sebagai sampah (Hatuwe, 2020). Pemanfaatan limbah kulit buah naga dapat dilakukan dengan mengekstraksi senyawa fenolik yang terdapat di dalamnya yang kemudian dapat digunakan sebagai bioreduktor pada sintesis nanopartikel perak (Phongtongpasuk, 2016). Pada penelitian ini, rasio volume larutan prekursor terhadap ekstrak dan konsentrasi larutan prekursor divariasikan untuk mempelajari pengaruhnya terhadap ukuran nanopartikel perak yang akan berpengaruh terhadap aktivitas antibakteri.

1.2. Tema Sentral Masalah

Pada penelitian ini akan dilakukan sintesis nanopartikel perak menggunakan metode biologis dengan cara mereduksi AgNO_3 atau perak nitrat yang berperan sebagai larutan prekursor menggunakan ekstrak kulit buah naga sehingga tema sentral masalah penelitian ini adalah pemanfaatan limbah kulit buah naga. Proses sintesis dilakukan dalam beberapa variasi rasio volume larutan prekursor terhadap larutan ekstrak kulit buah naga dan variasi konsentrasi larutan prekursor untuk mempelajari pengaruhnya serta menentukan variasi yang paling optimum.

1.3. Identifikasi Masalah

Berdasarkan tema sentral masalah di atas, dapat diidentifikasi beberapa masalah melalui penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana pengaruh rasio volume larutan prekursor terhadap larutan ekstrak kulit buah naga terhadap karakteristik dan aktivitas antibakteri *nanosilver* yang dihasilkan dari sintesis menggunakan ekstrak kulit buah naga?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi larutan prekursor terhadap karakteristik dan aktivitas antibakteri *nanosilver* yang dihasilkan dari sintesis menggunakan ekstrak kulit buah naga?

1.4. Premis

Premis yang digunakan sebagai referensi ukuran nanopartikel perak didasarkan pada penelitian-penelitian sebelumnya dan telah disajikan pada **Tabel 1.1**. Premis pengaruh variasi volume larutan prekursor terhadap larutan ekstrak kulit buah naga serta variasi konsentrasi larutan prekursor terhadap nanopartikel perak yang terbentuk telah disajikan pada **Tabel 1.2**.

1.5. Hipotesis

Hipotesis yang dapat diambil dari penelitian ini, antara lain:

1. Semakin banyak jumlah larutan ekstrak yang digunakan, semakin banyak nanopartikel yang dihasilkan hingga mencapai batas tertentu. Maka, aktivitas antibakteri semakin baik.
2. Konsentrasi larutan prekursor yang semakin besar akan menghasilkan nanopartikel perak yang semakin banyak. Maka, aktivitas antibakteri semakin baik.

1.6. Tujuan Penelitian

Tujuan umum dari penelitian ini adalah menghasilkan AgNP (nanopartikel perak) dengan mereduksi AgNO_3 (perak nitrat) menggunakan bioreduktor, yaitu ekstrak kulit buah naga (*Selenicereus undatus*). Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui pengaruh rasio volume larutan prekursor terhadap larutan ekstrak kulit naga terhadap ukuran nanopartikel perak hasil sintesis menggunakan ekstrak kulit buah naga.
2. Mengetahui pengaruh konsentrasi larutan prekursor terhadap ukuran nanopartikel perak hasil sintesis menggunakan ekstrak kulit buah naga.
3. Mempelajari karakteristik nanopartikel perak hasil sintesis menggunakan ekstrak kulit buah naga.
4. Mempelajari aktivitas antibakteri nanopartikel perak hasil sintesis menggunakan ekstrak kulit buah naga.

1.7. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi beberapa pihak, antara lain:

1. Bagi Pendidikan Indonesia

Memberikan informasi mengenai sintesis nanopartikel perak menggunakan bioreduktor ekstrak kulit buah naga dan mengetahui pengaruh rasio larutan prekursor terhadap ekstrak kulit buah naga serta konsentrasi larutan prekursor.

2. Bagi Industri

Memberikan informasi mengenai peluang sintesis nanopartikel perak dengan metode yang lebih ramah lingkungan sehingga dapat digunakan dalam menghasilkan produk yang bersifat antibakteri serta memberikan informasi terbentuknya peluang usaha untuk memproduksi nanopartikel perak dari ekstrak kulit buah naga.

3. Bagi Masyarakat

Memberikan informasi mengenai pemanfaatan limbah kulit buah naga untuk dijadikan sesuatu yang lebih bernilai.

Tabel 1.1. Premis ukuran partikel dari sintesis *nanosilver* dengan larutan prekursor AgNO₃

Metode	Agen Reduktur	Capping Agent	Konsentrasi	Ukuran Partikel	Bakteri	Diameter Inhibisi	Referensi
Kimiawi	Dekstran Sulfat (DS)	DS	25 ppm	10-60 nm	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	23 mm	(Cakić, dkk., 2016)
Biologis	<i>Citrus tangerina</i>	<i>Citrus tangerina</i>	40 µL	5-80 nm	<i>Eschericia coli</i>	17.8 mm	(Niluxsshun, dkk., 2021)
Biologis	<i>Aspergillus fumigatus</i>	<i>Aspergillus fumigatus</i>	15 ppm	5-25 nm	<i>Staphylococcus aureus</i>	15 mm	(Shahzad, dkk., 2019)
Biologis	<i>Caulerpa serrulata</i>	<i>Caulerpa serrulata</i>	75 ppm	10 nm	<i>Eschericia coli</i>	21 mm	(Aboelfetoh, dkk., 2017)
Biologis	<i>Alpinia galanga</i>	<i>Alpinia galanga</i>	40 ppm	15-27 nm	<i>Staphylococcus aureus</i>	13 mm	(Joseph dan Mathew, 2014)
Biologis	<i>Coffea arabica</i>	<i>Coffea arabica</i>	0.2675ppm	20-30 nm	<i>Staphylococcus aureus</i>	21 mm	(Dhand, dkk., 2015)
Biologis	<i>Selenicereus undatus</i>	<i>Selenicereus undatus</i>	0.5 mg/ml	25-26 nm	<i>Eschericia coli</i>	8 mm	(Phongtongpasuk, dkk., 2016)

Tabel 1.2 Premis sintesis *nanosilver* dengan variasi yang digunakan pada penelitian

Agen Reduktor	Rasio	Satuan	Konsentrasi AgNO ₃	Waktu Sintesis	Panjang Gelombang (nm)	Absorbansi	Ukuran Partikel	Referensi
Ekstrak <i>Aegle marmelos</i>	10:1 ^a	mL:mL	1 mM	2 hari	350-450	tertinggi pada 20:1	-	(Christopher, dkk., 2015)
	20:1 30:1 20:10 ^c	mL:mL	2 mM 4 mM 6 mM 8 mM	2 hari	400-420	tertinggi pada 6 mM	-	
Esktrak <i>Andrographis paniculata</i> <i>Ness</i>	2:10 ^b	μL:mL	1 M	30 menit	428	1,654	10-30 nm	(Wendri, dkk., 2017)
	5:10				426,5	1,757		
	10:10				423,5	2,069		
	20:10				436	0,992		
	30:10				423,5	1,362		
40:10	424	1,365						
Larutan Natrium Alginat	0,025:1 ^a 0,0375:1 0,05:1 0,075:1	%w/v:mL	0,05 mM	2 menit	399-406	tertinggi pada 0,05 %w/v	3,564 nm	(Foliatini, dkk, 2015)
Ekstrak <i>Tristanopsis merguensis</i>	20:80 ^c	mL:mL	1 mM	90 menit	391	tertinggi pada 2 mM	22,8 nm	(Fabiani, dkk., 2019)
			1,5 mM		392			
			2 mM		400			

^a larutan ekstrak divariasikan, ^b larutan AgNO₃ divariasikan, ^c larutan ekstrak:larutan AgNO₃