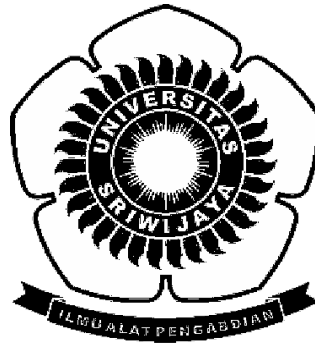


**OPTIMASI SUHU DAN PH DENGAN *RESPONSE SURFACE*  
*METHODOLOGY* TERHADAP *GREEN SYNTHESIS*  
NANOPARTIKEL PERAK MENGGUNAKAN EKSTRAK  
ETANOL BIJI PINANG MUDA**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana  
Farmasi (S.Farm.) di Jurusan Farmasi pada Fakultas MIPA**



**OLEH:**

**FITO PRATAMA HELYKEN**

**08061181823007**

**JURUSAN FARMASI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2022**

## HALAMAN PERSETUJUAN MAKALAH HASIL PENELITIAN

Judul Makalah : Optimasi Suhu dan pH dengan *Response Surface Methodology* Terhadap *Green Synthesis* Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Etanol Biji Pinang Muda

Nama Mahasiswa : Fito Pratama Helyken

NIM : 08061181823007

Jurusan : Farmasi

Telah dipertahankan dihadapan Pembimbing dan Pembahas pada Seminar Hasil di Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 6 Januari 2022 serta telah diperbaiki, diperiksa dan disetujui sesuai dengan saran yang diberikan.

Inderalaya, 12 Januari 2022

Pembimbing:

1. **Dr.rer.nat. Mardiyanto, M.Si., Apt.**

NIP 197103101998021002

(..........)

2. **Elsa Fitria Apriani, M.Farm., Apt.**

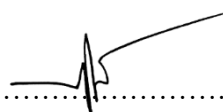
NIP 199204142019032031

(..........)

Pembahas:

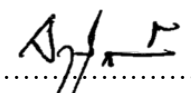
1. **Dr. Shaum Shivan, M.Sc., Apt.**

NIP 198605282012121005

(..........)

2. **Dina Permata Wijaya, M.Si., Apt.**

NIP 199201182019032023

(..........)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Farmasi  
Fakultas FMIPA UNSRI



Dr.rer.nat. Mardiyanto, M.Si., Apt.  
NIP 197103101998021002

## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Optimasi Suhu dan pH dengan *Response Surface Methodology* Terhadap *Green Synthesis* Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Etanol Biji Pinang Muda

Nama Mahasiswa : Fito Pratama Helyken

NIM : 08061181823007

Jurusan : Farmasi

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 21 Januari 2022 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai dengan masukan panitia sidang skripsi.

Inderalaya, 21 Januari 2022

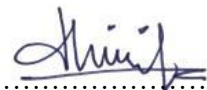
Ketua:

1. **Dr.rer.nat. Mardiyanto, M.Si., Apt.**  
NIP 197103101998021002

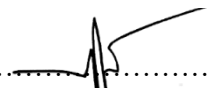
  
(.....)

Anggota:

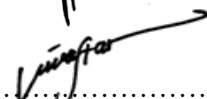
1. **Elsa Fitria Apriani, M.Farm., Apt.**  
NIP 199204142019032031

  
(.....)

2. **Dr. Shaum Shivan, M.Sc., Apt.**  
NIP 198605282012121005

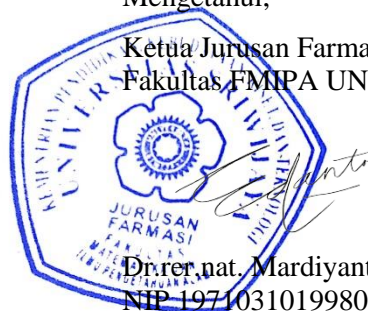
  
(.....)

3. **Viva Starlista, M.Farm.Sci., Apt.**  
NIK 3275036704950024

  
(.....)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Farmasi  
Fakultas FMIPA UNSRI



Dr.rer.nat. Mardiyanto, M.Si., Apt.  
NIP 197103101998021002

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Fito Pratama Helyken  
NIM : 08061181823007  
Fakultas/Jurusan : MIPA/Farmasi

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain. Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Inderalaya, 24 Januari 2022

Penulis,



Fito Pratama Helyken

NIM 08061181823007

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Fito Pratama Helyken  
NIM : 08061181823007  
Fakultas/Jurusan : MIPA/Farmasi  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*)” atas karya ilmiah saya yang berjudul “Optimasi Suhu dan pH dengan *Response Surface Methodology* Terhadap *Green Synthesis* Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Etanol Biji Pinang Muda” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini, Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Inderalaya, 24 Januari 2022

Penulis,



Fito Pratama Helyken

NIM 08061181823007

## HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO

*Namo Tassa Bhagavato Arahato Sammā Sambuddhassā*  
*Namo Tassa Bhagavato Arahato Sammā Sambuddhassā*  
*Namo Tassa Bhagavato Arahato Sammā Sambuddhassā*

Hendaklah seseorang hidup sesuai dengan Dhamma dan tak menempuh cara-cara jahat. Barang siapa hidup sesuai Dhamma, maka ia akan hidup bahagia di dunia ini maupun di dunia selanjutnya  
Dhammapada Ayat 169

Pikiran adalah pelopor dari segala sesuatu, pikiran adalah pemimpin, pikiran adalah pembentuk. Bila seseorang berbicara atau berbuat dengan pikiran jahat, maka penderitaan akan mengikutinya, bagaikan anak roda pedati mengikuti langkah kaki lembu yang menariknya  
Dhammapada Ayat 1

**Skripsi ini saya persembahkan kepada Keluarga, Dosen, Sahabat, Almamater dan Semua Makhluk yang berhubungan karma dengan saya**

### **Motto:**

**Bahagiakanlah orang lain maka kamu pun akan ikut bahagia**

Ribuan lilin dapat dinyalakan dari satu lilin dan nyalanya tidak akan berkurang. Begitu pun kebahagiaan tidak akan pernah berkurang walau dibagi-bagi  
(Buddha)

Kebahagiaan datang ketika pekerjaan dan kata-kata Anda menjadi manfaat bagi dirimu dan orang lain  
(Buddha)

Jadikan hati Anda seperti danau dengan permukaan yang tenang dan kebaikan yang dalam  
(Lao Zi)

*Sabbe Sattā Bhavantu Sukhitattā*  
**Semoga Semua Makhluk Hidup Berbahagia**  
*Sadhu....Sadhu....Sadhu...*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Y.M.E. atas limpahan nikmat sehatnya, baik itu berupa sehat fisik maupun akal pikiran sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi yang berjudul “Optimasi Suhu dan pH dengan *Response Surface Methodology* Terhadap *Green Synthesis* Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Etanol Biji Pinang Muda”. Penyusunan skripsi ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi (S.Farm.) pada Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih banyak terdapat kesalahan serta kekurangan didalamnya. Apabila terdapat banyak kesalahan pada skripsi ini, penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya. Penyusunan skripsi ini tentu tidak lepas dari bantuan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Y.M.E. dan para Buddha serta para Boddhisattva atas berkatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan studi ini.
2. Keluarga yaitu Papa (Helyken), Mama (Yatti) dan Adik (Fika) yang selalu mendoakan, memberikan contoh pelajaran serta memberikan nasihat dan motivasi.
3. Bapak Dr.rer.nat. Mardiyanto, M.Si., Apt. dan Ibu Elsa Fitria Apriani, M.Farm., Apt. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan ilmu, meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, memberikan semangat, nasihat serta berbagai saran dan masukan untuk menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
4. Bapak Dr. Shaum Shiyon, M.Sc., Apt. dan Ibu Dina Permata Wijaya, M.Si., Apt. selaku dosen pembahas atas saran dan masukan yang telah diberikan kepada penulis selama penyusunan skripsi.

5. Bapak Dr. Shaum Shiyon, M.Sc., Apt. dan Ibu Viva Starlista, M.Farm.Sci., Apt. selaku dosen penguji atas saran dan masukan yang telah diberikan kepada penulis selama sidang komprehensif untuk menambah wawasan penulis terkait bidang kefarmasian.
6. Seluruh dosen-dosen Jurusan Farmasi yang telah memberikan pengetahuan dan wawasan selama perkuliahan.
7. Seluruh staf dan analis laboratorium Jurusan Farmasi yang telah banyak memberikan bantuan selama perkuliahan dan penelitian skripsi sehingga penulis bisa menyelesaikan studi dengan baik.
8. Tim tugas akhir yaitu Anjas Hendrawan dan Calvin Ciam Wijaya yang bersama-sama berjuang dalam penelitian hingga lulus studi.
9. Seluruh mahasiswa Farmasi angkatan 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 dan 2021 atas kebersamaan dan bantuan kepada penulis selama perkuliahan, penelitian dan penyusunan skripsi.
10. Seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan studi.

Demikian kata pengantar ini dibuat. Penulis mengharapkan kritik serta saran dari pembaca agar skripsi ini nantinya dapat menjadi skripsi yang lebih baik lagi. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak orang. Terima kasih.

Inderalaya, 24 Januari 2022

Penulis,



Fito Pratama Helyken

NIM 08061181823007



**Optimization of Temperature and pH with Response Surface Methodology  
for Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using Ethanol Extract of Unripe  
Areca Nut**

**Fito Pratama Helyken  
08061181823007**

**ABSTRACT**

Silver nanoparticles have antimicrobial activity that can inhibit the bacteria and fungi's growth. An eco-friendly, fast, cost-effective and biocompatible green synthesis method for the synthesis of silver nanoparticles using ethanolic extract of unripe areca nut as a bioreduction and stabilizer. This study aims to obtain the optimum temperature and pH conditions in the synthesis of silver nanoparticles. The ethanolic extract of unripe areca nut was carried out for phytochemical screening and determination of total flavonoid content. In this study, there were 9 formulas of silver nanoparticles produced by Design-Expert 12<sup>®</sup> using response surface methodology and  $\lambda_{\max}$  surface plasmon resonance (SPR) response and absorbance were determined and analyzed to produce the optimum formula. The optimum formula for silver nanoparticles was characterized and stability tested. The results of phytochemical screening showed that the ethanolic extract of unripe areca nut contains alkaloids, polyphenols, tannins, flavonoids and saponins. The total flavonoid content in the ethanolic extract of unripe areca nut was  $110,8 \pm 0,4110$  mgCE/g extract. The optimum formula for the synthesis of silver nanoparticles using ethanolic extract of unripe areca nut was obtained at temperature of 30°C and pH of 10,5. The characterization results of the optimum formula showed the  $\lambda_{\max}$  SPR value of 423 nm, absorbance 1,148, particle size of  $161,7 \pm 46,1$  nm, PDI of  $0,286 \pm 0,035$ , zeta potential of  $-16,1 \pm 3,7$  mV. The stability test showed the formation of precipitate in the 1<sup>st</sup> to 6<sup>th</sup> cycle, a redshift in the value of  $\lambda_{\max}$  SPR from 423 nm with an absorbance of 1,148 to 425 nm with an absorbance of 1,396 in the 6<sup>th</sup> cycle and a decrease in pH from pH 10,50  $\pm$  0,008 to pH 10,10  $\pm$  0,008 in the 6<sup>th</sup> cycle. The optimum formula has good particle characteristics, but it still has less stability.

**Keywords: Silver Nanoparticles, Green Synthesis, Unripe Areca Nut, Optimization, Response Surface Methodology**

**Optimasi Suhu dan pH dengan *Response Surface Methodology* Terhadap *Green Synthesis* Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Etanol Biji Pinang Muda**

**Fito Pratama Helyken**  
**08061181823007**

**ABSTRAK**

Nanopartikel perak memiliki aktivitas antimikroba yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan jamur. Metode *green synthesis* yang ramah lingkungan, cepat, *cost-effective* dan biokompatibel untuk sintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak etanol biji pinang muda sebagai bioreduktor dan agen penstabil. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kondisi suhu dan pH yang optimum dalam sintesis nanopartikel perak. Ekstrak etanol biji pinang muda dilakukan skrining fitokimia dan penetapan kadar flavonoid total. Penelitian ini terdapat 9 formula nanopartikel perak yang dihasilkan oleh program *Design-Expert 12*<sup>®</sup> dengan metode *response surface methodology* dan ditentukan respon  $\lambda_{maks}$  *surface plasmon resonance* (SPR) dan absorbansi serta dilakukan analisis untuk menghasilkan formula optimum. Formula optimum nanopartikel perak yang diperoleh dilakukan karakterisasi serta uji stabilitas. Hasil skrining fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak etanol biji pinang muda mengandung alkaloid, polifenol dan tanin, flavonoid serta saponin. Kadar flavonoid total dalam ekstrak etanol biji pinang muda sebesar  $110,8 \pm 0,4110$  mgCE/g ekstrak. Formula optimum untuk sintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak etanol biji pinang muda diperoleh pada suhu 30°C dan pH 10,5. Hasil karakterisasi formula optimum menunjukkan nilai  $\lambda_{maks}$  SPR sebesar 423 nm, absorbansi 1,148, ukuran partikel sebesar  $161,7 \pm 46,1$  nm, PDI sebesar  $0,286 \pm 0,035$ , zeta potensial sebesar  $-16,1 \pm 3,7$  mV. Hasil uji stabilitas menunjukkan terbentuknya endapan pada siklus ke-1 hingga siklus ke-6, pergeseran merah nilai  $\lambda_{maks}$  SPR dari 423 nm dengan absorbansi 1,148 menjadi 425 nm dengan absorbansi 1,396 pada siklus ke-6 dan penurunan pH dari pH  $10,50 \pm 0,008$  menjadi pH  $10,10 \pm 0,008$  pada siklus ke-6. Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa formula optimum nanopartikel perak memiliki karakteristik partikel yang cukup baik, tetapi memiliki stabilitas yang kurang stabil.

**Kata Kunci:** Nanopartikel Perak, *Green Synthesis*, Biji Pinang Muda, Optimasi, *Response Surface Methodology*

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN MAKALAH HASIL PENELITIAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH .....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO.....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
ABSTRACT .....	ix
ABSTRAK .....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Tumbuhan Pinang ( <i>Areca catechu</i> L.).....	6
2.1.1 Taksonomi Tumbuhan .....	6
2.1.2 Morfologi Tumbuhan.....	6
2.1.3 Kandungan Kimia Tumbuhan.....	7
2.2 Maserasi .....	8
2.3 Nanopartikel Perak .....	8
2.4 Metode <i>Green Synthesis</i> Nanopartikel Perak .....	9
2.5 Parameter Kritis Pembuatan Nanopartikel .....	11
2.5.1 Suhu .....	11
2.5.2 pH.....	11
2.6 Bahan Pembentuk Nanopartikel Perak .....	12
2.6.1 Perak Nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ).....	12
2.7 Karakterisasi Nanopartikel .....	13
2.7.1 <i>Surface Plasmon Resonance</i> (SPR) dan Absorbansi Nanopartikel Perak.....	13
2.7.2 Ukuran Partikel, Indeks Polidispersitas dan Zeta Potensial Nanopartikel .....	15
2.8 <i>Design-Expert Software</i> .....	16
2.8.1 <i>Response Surface Methodology</i> (RSM) .....	17
2.8.1.1 <i>Central Composite Design</i> (CCD).....	17
BAB III METODE PENELITIAN.....	18

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	18
3.2 Alat dan Bahan.....	18
3.2.1 Alat.....	18
3.2.2 Bahan .....	19
3.3 Metode Penelitian .....	19
3.3.1 Identifikasi Tumbuhan Pinang ( <i>Areca catechu</i> L.)...	19
3.3.2 Ekstraksi.....	19
3.4 Skrining Fitokimia .....	20
3.4.1 Alkaloid.....	20
3.4.1.1 Uji Mayer.....	20
3.4.1.2 Uji Dragendorff.....	21
3.4.1.3 Uji Wagner.....	21
3.4.2 Polifenol dan Tanin.....	21
3.4.2.1 Uji Besi (III) Klorida .....	21
3.4.2.2 Uji Gelatin.....	21
3.4.3 Flavonoid .....	21
3.4.4 Saponin.....	22
3.4.5 Steroid dan Triterpenoid .....	22
3.5 Penetapan Kadar Flavonoid Total dalam Ekstrak.....	22
3.5.1 Pembuatan Kurva Kalibrasi .....	22
3.5.2 Penetapan Kadar Flavonoid .....	23
3.6 Preparasi Bahan .....	24
3.6.1 Preparasi Larutan Perak Nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) 3 mM.....	24
3.6.2 Preparasi Ekstrak Etanol Biji Pinang Muda 10% b/v.....	24
3.7 Desain Eksperimental dan Optimasi Menggunakan <i>Response Surface Methodology</i> (RSM).....	24
3.8 Formula Nanopartikel Perak.....	25
3.9 <i>Green Synthesis</i> Nanopartikel Perak.....	25
3.10 Karakterisasi Nanopartikel Perak .....	26
3.10.1 Penentuan Data <i>Surface Plasmon Resonance</i> dan Absorbansi .....	26
3.10.2 Ukuran Partikel, Indeks Polidispersitas dan Zeta Potensial .....	26
3.11 Uji Stabilitas Termodinamika.....	27
3.12 Analisis Data.....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	29
4.1 Hasil Identifikasi Tumbuhan Pinang .....	29
4.2 Ekstrak Etanol Biji Pinang Muda .....	29
4.3 <i>Green Synthesis</i> Nanopartikel Perak.....	36
4.4 Hasil Penentuan Data <i>Surface Plasmon Resonance</i> (SPR) dan Absorbansi dari Nanopartikel Perak .....	43
4.5 Optimasi Kondisi Eksperimental Menggunakan <i>Response</i> <i>Surface Methodology</i> .....	46
4.5.1 Analisis Respon $\lambda_{\text{maks}}$ SPR Nanopartikel Perak.....	49
4.5.2 Analisis Respon Absorbansi Nanopartikel Perak .....	54

4.6	Prediksi dan Verifikasi Hasil Formula Optimum .....	58
4.7	Hasil Karakterisasi Formula Optimum Nanopartikel Perak .	63
4.7.1	Ukuran Partikel, Indeks Polidispersitas dan Zeta Potensial .....	63
4.8	Stabilitas Termodinamika Formula Optimum Nanopartikel Perak .....	70
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		70
5.1	Kesimpulan .....	70
5.2	Saran .....	71
DAFTAR PUSTAKA .....		72
LAMPIRAN .....		84

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. (a) Tumbuhan pinang (b) Biji buah pinang muda.....	7
Gambar 2. Berbagai aplikasi dari nanopartikel perak .....	9
Gambar 3. Skema sintesis nanopartikel logam dalam ekstrak tumbuhan	10
Gambar 4. Biji buah pinang muda.....	29
Gambar 5. Kurva kalibrasi katekin pada $\lambda_{maks}$ 281 nm.....	35
Gambar 6. Representasi skematis sintesis nanopartikel perak yang dimediasi oleh tumbuhan.....	37
Gambar 7. Mekanisme reaksi pembentukan nanopartikel perak melalui senyawa flavonoid (katekin).....	39
Gambar 8. Perbandingan spektrum UV-Vis dari 9 formula eksperimental.....	45
Gambar 9. Hubungan suhu dan pH terhadap: (a) $\lambda_{maks}$ SPR nanopartikel perak, (b) Absorbansi nanopartikel perak.....	46
Gambar 10. Hasil analisis respon $\lambda_{maks}$ SPR nanopartikel perak: (a) <i>normal plot of residuals</i> , (b) <i>predicted vs actual</i> , (c) <i>3D surface plot</i> .....	51
Gambar 11. Hasil analisis respon absorbansi nanopartikel perak: (a) <i>normal plot of residuals</i> , (b) <i>predicted vs actual</i> , (c) <i>3D surface plot</i> .....	55

Gambar 12. <i>Contour plot</i> dari rancangan formula optimum nanopartikel perak.....	61
Gambar 13. Spektrum UV-Vis dari formula optimum nanopartikel perak.....	62
Gambar 14. Perbandingan spektrum UV-Vis dari formula optimum nanopartikel perak pada siklus ke-0 dan siklus ke-6 .....	73

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Monografi perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) .....	13
Tabel 2. Lamda maksimum dan ukuran nanopartikel perak .....	14
Tabel 3. Kode dan nilai aktual dari parameter suhu dan pH yang dihasilkan oleh program <i>Design-Expert 12</i> <sup>®</sup> .....	25
Tabel 4. Rancangan formula nanopartikel perak menggunakan ekstrak etanol biji pinang muda yang dihasilkan oleh program <i>Design-Expert 12</i> <sup>®</sup> .....	25
Tabel 5. Kandungan metabolit sekunder ekstrak etanol biji pinang muda .....	31
Tabel 6. Hasil pengukuran absorbansi katekin pada $\lambda_{\text{maks}}$ 281 nm.....	35
Tabel 7. Desain eksperimental dan respon yang diperoleh .....	45
Tabel 8. <i>Analysis of variance</i> (ANOVA) dan parameter statistik untuk respon $\lambda_{\text{maks}}$ SPR dan absorbansi nanopartikel perak .....	47
Tabel 9. Parameter yang berpengaruh terhadap respon $\lambda_{\text{maks}}$ SPR nanopartikel perak .....	49
Tabel 10. Parameter yang berpengaruh terhadap respon absorbansi nanopartikel perak .....	54
Tabel 11. Nilai prediksi, observasi dan verifikasi terhadap formula optimum nanopartikel perak.....	62
Tabel 12. Ukuran partikel dan PDI dari formula optimum nanopartikel perak .....	63



Tabel 13. Nilai zeta potensial dari formula optimum nanopartikel perak .	67
Tabel 14. Organoleptik dari hasil uji stabilitas nanopartikel perak .....	71
Tabel 15. Nilai pH dari formula optimum nanopartikel perak pada siklus ke-0 dan siklus ke-6 .....	72

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Skema Kerja Umum .....	84
Lampiran 2. Identifikasi Tumbuhan Pinang .....	85
Lampiran 3. <i>Certificate of Analysis</i> Katekin.....	87
Lampiran 4. Preparasi dan Ekstraksi Biji Pinang Muda .....	88
Lampiran 5. Perhitungan Bahan.....	89
Lampiran 6. Skema Kerja Preparasi Bahan .....	92
Lampiran 7. <i>Green Synthesis</i> Nanopartikel Perak .....	93
Lampiran 8. Proses Pembuatan Ekstrak Etanol Biji Pinang Muda.....	94
Lampiran 9. Persentase Bobot Rendemen Ekstrak Etanol Biji Pinang Muda.....	95
Lampiran 10. Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Biji Pinang Muda.....	96
Lampiran 11. Kadar Flavonoid Total dalam Ekstrak Etanol Biji Pinang Muda.....	98
Lampiran 12. Proses Pembuatan Nanopartikel Perak.....	100
Lampiran 13. Optimasi Formula Optimum Nanopartikel Perak.....	102
Lampiran 14. Karakterisasi Ukuran Partikel dan PDI Nanopartikel Perak .....	103
Lampiran 15. Karakterisasi Zeta Potensial Nanopartikel Perak .....	105

Lampiran 16. Organoleptik dari Hasil Uji Stabilitas Nanopartikel

Perak.....107

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Salah satu bidang material yang mendapat banyak perhatian dalam beberapa tahun terakhir adalah nanopartikel karena memiliki peran yang penting khususnya dalam kemajuan di bidang kesehatan. Teknologi nano di bidang farmasi saat ini berkembang dengan sangat pesat. Salah satu nanopartikel yang paling banyak diteliti dan dikembangkan di dunia kesehatan adalah nanopartikel perak karena terbukti memiliki aktivitas sebagai antibakteri, substansi antimikroba, antiinflamasi, antiangiogenesis, antijamur, antivirus dan antiplatelet (Rahim dkk., 2020).

Nanopartikel perak dapat disintesis dengan metode fisika, kimia dan biologi. Meskipun metode fisika dan kimia menghasilkan partikel yang murni, tetapi metode tersebut mahal dan tidak ramah lingkungan karena pada metode kimia menggunakan bahan kimia (senyawa sintetis) yang dapat bersifat *toxic* dan reaktif serta pada metode fisika yang menggunakan banyak energi. Penggunaan metode baru yaitu *green synthesis* atau biosintesis nanopartikel berbasis tumbuhan sebagai bioreduktor. Penggunaan senyawa organik tumbuhan untuk sintesis nanopartikel merupakan metode yang ramah lingkungan serta lebih sederhana. Disamping itu, jenis tumbuhan yang mengandung bahan reduktor ini cukup melimpah dan mudah didapatkan di wilayah Indonesia (Siddiqi *et al.*, 2018; Rahim dkk., 2020).

Pemanfaatan tumbuhan sebagai bioreduktor dalam biosintesis nanopartikel berkaitan dengan kandungan senyawa metabolit sekunder yang memiliki aktivitas antioksidan (Handayani dkk., 2010). Kandungan antioksidan dalam ekstrak tumbuhan seperti flavonoid, fenolik dan tanin dapat berperan sebagai bioreduktor dan *capping agent* yang dapat mereduksi ion perak ( $\text{Ag}^+$ ) menjadi nanopartikel perak ( $\text{Ag}^0$ ) (Priya *et al.*, 2016). Oleh karena itu, bioreduktor dari ekstrak tumbuhan dapat dijadikan sebagai pilihan alternatif dalam sintesis nanopartikel perak.

Salah satu tumbuhan yang dapat digunakan sebagai bioreduktor adalah tumbuhan pinang. Biji pinang mengandung karbohidrat, lemak, polifenol termasuk flavonoid dan tanin, alkaloid dan mineral (IARC<sup>a</sup>, 2004). Kandungan polifenol pada biji pinang muda lebih tinggi dibandingkan dengan biji pinang yang telah matang (IARC<sup>b</sup>, 2004).

Pembentukan nanopartikel perak melalui metode *green synthesis* dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suhu dan pH (Vanlalveni *et al.*, 2021). Masing-masing faktor dapat mempengaruhi ukuran, bentuk dan hasil nanopartikel perak yang terbentuk. Berdasarkan penelitian Prodjosantoso *et al.* (2019), ketika suhu meningkat maka laju pembentukan nanopartikel perak akan lebih cepat dan ukuran nanopartikel perak yang terbentuk akan lebih kecil. Namun, hal ini tidak berarti suhu optimum berada pada suhu tinggi karena pada suhu rendah juga dapat menunjukkan kemampuan zat pereduksi dan penstabil (Bindhu & Umadevi, 2014; Maidul Islam & Mukherjee, 2011). Penelitian Pinto *et al.* (2010) menunjukkan bahwa suhu yang lebih tinggi dapat menghasilkan nanopartikel perak yang

cenderung tidak stabil. Penelitian Handayani *et al.* (2020) menunjukkan bahwa pembentukan nanopartikel perak lebih baik dalam kondisi pH basa dibandingkan kondisi pH asam serta nanopartikel perak lebih stabil pada pH basa dan netral dibandingkan pada pH asam.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti tertarik untuk menggunakan ekstrak etanol biji pinang muda sebagai agen bioreduktor yang akan menjadi pereduksi sekaligus penstabil nanopartikel perak. Penelitian ini juga melakukan proses optimasi dengan menerapkan teknik *response surface methodology* (RSM) - *central composite design* (CCD) terhadap suhu dan pH. Penelitian ini melakukan variasi suhu dan pH untuk memperoleh karakteristik dan stabilitas nanopartikel perak yang baik. Suhu dan pH yang digunakan dalam penelitian ini didasarkan pada penelitian Prodjosantoso *et al.* (2019) dan Seifipour *et al.* (2020) serta dilakukan sedikit modifikasi sehingga suhu dan pH yang digunakan berada pada rentang suhu sebesar 30-70°C dan rentang pH sebesar 7,5-10,5. Karakterisasi nanopartikel perak yang dihasilkan dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk mengukur  $\lambda_{maks}$  *surface plasmon resonance* (SPR) dan absorbansi yang dapat memberikan gambaran terkait ukuran partikel dan jumlah nanopartikel perak yang terbentuk. Formula nanopartikel perak dengan suhu dan pH yang optimum akan dilakukan karakterisasi lebih lanjut menggunakan *particle size analyzer* (PSA) dengan metode *dynamic light scattering* (DLS) untuk menentukan ukuran partikel, indeks polidispersitas (PDI) dan zeta potensial serta uji stabilitas termodinamika dengan metode *cycling test*

untuk mengetahui stabilitas termodinamika dari nanopartikel perak yang dihasilkan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan di atas maka didapatkan beberapa rumusan masalah yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh suhu dan pH terhadap nilai  $\lambda_{\text{maks}}$  *surface plasmon resonance* (SPR) dan absorbansi nanopartikel perak ekstrak etanol biji pinang muda (*Areca catechu* L.) yang dihasilkan ?
2. Berapakah suhu dan pH yang optimum untuk sintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak etanol biji pinang muda (*Areca catechu* L.) ?
3. Berapakah ukuran partikel, *polydispersity index* (PDI) dan zeta potensial dari formula nanopartikel perak ekstrak etanol biji pinang muda (*Areca catechu* L.) dengan suhu dan pH yang optimum ?
4. Bagaimana stabilitas termodinamika dari formula nanopartikel perak ekstrak etanol biji pinang muda (*Areca catechu* L.) dengan suhu dan pH yang optimum ?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai yaitu:

1. Mengetahui pengaruh suhu dan pH terhadap nilai  $\lambda_{\text{maks}}$  *surface plasmon resonance* (SPR) dan absorbansi nanopartikel perak ekstrak etanol biji pinang muda (*Areca catechu* L.) yang dihasilkan.

2. Menentukan suhu dan pH yang optimum untuk sintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak etanol biji pinang muda (*Areca catechu* L.).
3. Menentukan ukuran partikel, *polydispersity index* (PDI) dan zeta potensial dari formula nanopartikel perak ekstrak etanol biji pinang muda (*Areca catechu* L.) dengan suhu dan pH yang optimum.
4. Mengetahui stabilitas termodinamika dari formula nanopartikel perak ekstrak etanol biji pinang muda (*Areca catechu* L.) dengan suhu dan pH yang optimum.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya mengenai suhu dan pH yang optimum untuk sintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak etanol biji pinang muda (*Areca catechu* L.) serta dapat memberikan informasi dalam mengembangkan suatu formulasi optimum untuk proses sintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak etanol biji pinang muda (*Areca catechu* L.).



## DAFTAR PUSTAKA

- Bindhu, M.R., & Umadevi, M. 2014, Silver and gold nanoparticles sensor and antibacterial applications, *Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc*, **128**:37-45.
- Handayani, W., Bakir, I.C., & Purbaningsih, S. 2010, Potensi Ekstrak Beberapa Jenis Tumbuhan sebagai Agen Pereduksi untuk Biosintesis Nanopartikel Perak, *Prosiding Seminar Nasional Biologi 24-25 September 2010*, Fakultas Biologi UGM, Yogyakarta, Indonesia.
- Handayani, W., Ningrum, A.S., & Imawan, C. 2020, The Role of pH in Synthesis Silver Nanoparticles Using *Pometia pinnata* (Matoa) Leaves Extract as Bioreductor, *J Phys Conf Ser*, **1428(1)**:1-5.
- IARC<sup>a</sup>. 2004, *WHO-Biennial Report: International Agency for Research on Cancer*, IARC Group and Cluster Reports, Lyon, France.
- IARC<sup>b</sup>. 2004, *Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans: Betel-Quid and Areca Nut Chewing and some Areca-Nut-Derived Nitrosamines*, IARC Press, Lyon, France.
- Maidul Islam, A.K.M., & Mukherjee, M. 2011, Effect of temperature in synthesis of silver nanoparticles in triblock copolymer micellar solution, *J Exp Nanosci*, **6(6)**:596-611.
- Pinto, V.V., Ferreira, M.J., Silva, R., Santos, H.A., Silva, F., & Pereira, C.M. 2010, Long time effect on the stability of silver nanoparticles in aqueous medium: Effect of the synthesis and storage conditions, *Colloids Surf A Physicochem Eng Aspects*, **364(1-3)**:19-25.
- Priya, R.S., Geetha, D., & Ramesh, P.S. 2016, Antioxidant activity of chemically synthesized AgNPs and biosynthesized *Pongamia pinnata* leaf extract mediated AgNPs - A comparative study, *Ecotoxicol Environ Saf*, **134(Pt 2)**:308-318.
- Prodjosantoso, A.K., Prawoko, O.S., Utomo, M.P., & Sari, L.P. 2019, Green synthesis of silver nanoparticles using *Salacca zalacca* extract as reducing agent and it's antibacterial activity, *Asian Journal of Chemistry*, **31(12)**:2804-2810.
- Rahim, D.M., Herawati, N., & Hasri. 2020, Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Teh Hijau (*Camellia sinensis*) dengan Iradiasi *Microwave*, *Jurnal Chemica*, **21(1)**:30-41.
- Seifipour, R., Nozari, M., & Pishkar, L. 2020, Green synthesis of Silver Nanoparticles using *Tragopogon Collinus* Leaf Extract and Study of Their Antibacterial Effects, *JIOPM*, **30(8)**:2926-2936.
- Siddiqi, K.S., Husen, A., & Rao, R.A.K. 2018, A review on biosynthesis of silver nanoparticles and their biocidal properties, *J Nanobiotechnol*, **16(1)**:14.
- Vanlalveni, C., Lallianrawna, S., Biswas, A., Selvaraj, M., Changmai, B., & Rokhum, S.L. 2021, Green synthesis of silver nanoparticles using

plant extracts and their antimicrobial activities: a review of recent literature, *RSC Adv*, **11(5)**:2804-2837.