

**BIOSINTESIS NANOPARTIKEL PERAK MENGGUNAKAN EKSTRAK  
DAUN PANDAN WANGI (*Pandanus amaryllifolius*) SEBAGAI AGEN  
ANTIBAKTERI**

*BIOSYNTHESIS OF SILVER NANOPARTICLES USING PANDAN LEAF  
EXTRACT (*Pandanus amaryllifolius*) AS AN ANTIBACTERIAL AGENT*

**ALFIANA DWI PUSPITA**

**N012191001**



**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2022**

**BIOSINTESIS NANOPARTIKEL PERAK MENGGUNAKAN EKSTRAK  
DAUN PANDAN WANGI (*Pandanus amaryllifolius*) SEBAGAI AGEN  
ANTIBAKTERI**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi  
Farmasi

Disusun dan diajukan oleh

ALFIANA DWI PUSPITA

N012191001

Kepada

**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2022**

## LEMBAR PENGESAHAN

### BIOSINTESIS NANOPARTIKEL PERAK MENGGUNAKAN EKSTRAK DAUN PANDAN WANGI (*Pandanus amaryllifolius*) SEBAGAI AGEN ANTIBAKTERI

Disusun dan diajukan oleh

**ALFIANA DWI PUSPITA**

**NIM N012191001**

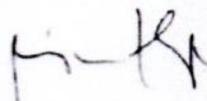
telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Magister Program Studi Magister Farmasi  
Klinik Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin

pada tanggal 16 Agustus 2022

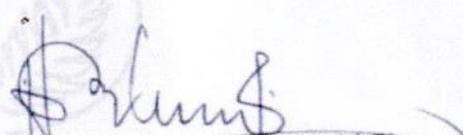
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan  
Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



apt. Yusnita Rifai, S.Si., M.Pharm, Ph.D.  
NIP. 19751117 200012 2 001



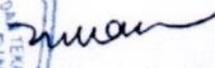
Dr. apt. Herlina Rante, S.Si., M.Si.  
NIP. 19641231199002 1 005

Ketua Program Studi Magister  
Ilmu Farmasi Fakultas Farmasi,

Dekan Fakultas Farmasi  
Universitas Hasanuddin,



apt. Muhammad Aswad, M.Si., Ph.D.  
NIP. 19800101 20031 2 1004



Prof. Dr. ref-nat. apt. Marianti A. Manggau  
NIP. 19670319 199203 2 002

## PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Alfiana Dwi Puspita  
Nomor Mahasiswa : N012191001  
Program Studi : Farmasi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 16 Agustus 2022

Yang menyatakan



Alfiana Dwi Puspita

## PRAKATA

Segala puji bagi Allah swt. atas nikmat akal dan pikiran yang diberikan serta limpahan ilmu yang tiada hentinya sehingga penyusun dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan tesis ini tepat pada waktunya. Salawat dan salam juga tak lupa penulis haturkan kepada junjungan Nabi Besar Muhammad saw. dan para sahabat serta orang-orang yang mengikutinya.

Tesis dengan judul “**Biosintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Daun Pandan Wangi (*Pandanus amaryllifolius*) Sebagai Agen Antibakteri**” disusun sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Farmasi pada Fakultas Farmasi, Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini bukanlah tujuan akhir karena belajar adalah sesuatu yang tidak terbatas.

Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya dari berbagai pihak. Terutama kepada **Yusnita Rifai, S.Si., M.Pharm, Ph.D., Apt.** dan **Dr. Herlina Rante, M.Si., Apt.** selaku penasihat yang telah banyak memberi masukan, arahan, dan bimbingan kepada penulis dalam penyusunan tesis ini.

Terima kasih kepada anggota komisi penguji yaitu, **Prof. Dr. Latifah Rahman, DESS., Apt., Prof. Dr. Sartini, M.Si., Apt.,** dan **Muhammad Aswad, S.Si., M.Si., Ph.D., Apt.,** yang memberi masukan membangun dalam penyusunan tesis ini. Tak lupa penulis berterima kasih kepada Dekan/Wakil Dekan, Ketua Prodi Magister Farmasi dan staf dosen Fakultas Farmasi

Universitas Hasanuddin Makassar selama menempuh pendidikan dan telah melaksanakan penelitian dengan baik.

Penulis juga berterima kasih kepada kedua orang tua tercinta, Ayahanda **Drs. Asaf Diolo S. Si., Apt.**, dan Ibunda **Hj. Sulfiani**, untuk semua dukungan berharga yang pasti takkan pernah bisa dibalaskan setimpal, baik berupa kasih sayang, materi, nasehat, dan do'a yang tulus. Begitupula pada kedua saudari terkasih, **dr. Fierda Eka Pratiwi** dan **Faikha Triana Ramadhani** juga bunda tercinta yang menjadi ibu kedua selama penulis berada di Makassar **Mukhriani S. Si., M. Si., Apt.**, serta keluarga besar yang senantiasa memberikan restu dan do'anya.

Para sahabat terbaik yang selalu hadir dan tanpa lelah memberi semangat kepada penulis **A. Rahma Raufia T., Resky Nugraha, Henna Ayu Nibras**, dan **Sherina Saud**. Teman-teman seperjuangan di S2 Farmasi angkatan 2019, untuk bantuannya dalam penyusunan tesis ini.

Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi penyempurnaan tesis ini ke depannya. Besar harapan tesis ini dapat bernilai ibadah di sisi Allah swt. dan bermanfaat bagi bagi semua pihak. Aamiin.

Makassar, 16 Agustus 2022

Penulis

## ABSTRAK

**ALFIANA DWI PUSPITA**, *Biosintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Daun Pandan Wangi (*Pandanus amaryllifolius*) Sebagai Agen Antibakteri* (dibimbing oleh Yusnita Rifai dan Herlina Rante).

Biosintesis menggunakan ekstrak tanaman telah menjadi pilihan alternatif yang menjanjikan untuk memperoleh nanopartikel perak. Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai bioreduktor adalah daun *P. amaryllifolius* yang memiliki nilai ekonomis dan mudah dibudidayakan. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis dan mengkarakterisasi nanopartikel perak menggunakan ekstrak daun *P. amaryllifolius* sebagai pereduksi serta menguji aktivitas antibakterinya.

Nanopartikel perak diperoleh dengan mencampurkan larutan  $\text{AgNO}_3$  dengan ekstrak daun *P. amaryllifolius* disertai dengan pengadukan selama 60 menit dan variasi pada pelarut ekstrak, konsentrasi larutan  $\text{AgNO}_3$ , serta suhu sintesis. Analisis karakterisasi dilakukan dengan Spektrofotometer Ultraviolet-Visible (UV-Vis), *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR), dan *X-Ray Diffraction* (XRD). Pengujian aktivitas antibakterinya menggunakan metode *Kirby-Bauer disk diffusion*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nanopartikel perak terbentuk pada panjang gelombang 400-450 nm. Berdasarkan stabilitasnya, nanopartikel perak yang dihasilkan dari ekstrak air lebih baik dibandingkan dengan ekstrak etanol. Gugus fungsi yang berkontribusi selama biosintesis adalah gugus -OH. Ukuran rata-rata kristal nanopartikel perak yang terbentuk dari hasil XRD berkisar 10 nm, diperkirakan memiliki struktur kristal FCC dengan kelarutan yang rendah namun stabil. Nanopartikel perak ini juga memiliki kemampuan menghambat aktivitas bakteri *Staphylococcus aureus* dengan diameter rata-rata 10,6 mm dan pada bakteri *Escherichia coli* 11,05 mm.

**Kata kunci:** antibakteri, biosintesis, nanopartikel perak, *P. amaryllifolius*.

## ABSTRACT

**ALFIANA DWI PUSPITA**, *Biosynthesis of Silver Nanoparticles Using Pandan Wangi Leaf Extract (Pandanus amaryllifolius) as Antibacterial Agent (supervised by Yusnita Rifai and Herlina Rante).*

Biosynthesis using plant extracts has become a promising alternative to obtain silver nanoparticles. One of the materials that can be used as bioreductant is *P. amaryllifolius* leaf which has economic value and is easy to cultivate. This study aimed to synthesize and characterize silver nanoparticles using *P. amaryllifolius* leaf extract as a reducing agent and test its antibacterial activity.

Silver nanoparticles were obtained by mixing AgNO<sub>3</sub> solution with *P. amaryllifolius* leaf extract. The process of forming nanoparticles was accompanied by stirring for 60 minutes and variations of the extract solvent, the concentration of AgNO<sub>3</sub> solution, and the synthesis temperature. Characterization analysis of silver nanoparticles was carried out using Ultraviolet-Visible (UV-Vis) Spectrophotometer, Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), and X-Ray Diffraction (XRD). The antibacterial activity was tested using the Kirby-Bauer disk diffusion method.

The results showed that silver nanoparticles were formed at a wavelength of 400-450 nm. Based on its stability, silver nanoparticles produced from aqueous extracts were better than ethanol extracts. The functional group that contributes during biosynthesis is the -OH group. The average size of silver nanoparticles formed from XRD results is around 10 nm, has an FCC crystal structure with low but stable solubility. These silver nanoparticles also have the ability to inhibit the activity of *Staphylococcus aureus* bacteria with an inhibition zone of 10.6 mm and for *Escherichia coli* 11.05 mm.

**Keywords:** antibacterial, biosynthesis, *P. amaryllifolius*, silver nanoparticles.

**DAFTAR ISI**

	<b>halaman</b>
PRAKATA	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN	xv
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Taksonomi Tanaman Pandan Wangi	6
1. Kandungan Kimia Pandan Wangi	8
2. Kegunaan Tanaman Pandan Wangi	9
B. Perkembangan Nanoteknologi	11
C. Metode Sintesis Nanopartikel	13
D. Biosintesis Nanopartikel Perak	14
E. Karakterisasi Nanopartikel Perak	17

1. Spektrofotometer UV-Vis	17
2. <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i>	18
3. <i>X-Ray Diffraction</i>	18
F. Uji Aktivitas Antibakteri	19
G. Kerangka Teori	21
H. Kerangka Konsep	22
I. Hipotesis Penelitian	23
III. METODE PENELITIAN	24
A. Rancangan Penelitian	24
B. Waktu dan Tempat Penelitian	24
C. Alat dan Bahan	24
D. Prosedur Pengerjaan	25
1. Preparasi sampel	25
2. Ekstraksi sampel	25
3. Pembuatan larutan AgNO <sub>3</sub>	26
4. Biosintesis nanopartikel perak	26
5. Karakterisasi nanopartikel perak	27
6. Uji aktivitas antibakteri	28
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	31
A. Biosintesis nanopartikel perak	31
B. Karakterisasi dengan spektrofotometer UV-Vis	33
C. Analisis FTIR	44
D. Analisis XRD	47
E. Uji Aktivitas Antibakteri	49
V. PENUTUP	51
A. Kesimpulan	51

B. Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	59

**DAFTAR TABEL**

<b>nomor</b>		<b>halaman</b>
1.	Diameter zona hambat	20
2.	Tabel analisis spektrofotometer UV-Vis pada AgNP ekstrak air	35
3.	Tabel analisis spektrofotometer UV-Vis pada AgNP ekstrak etanol	35
4.	Tabel uji stabilitas AgNP dengan media ekstrak air pada konsentrasi AgNO <sub>3</sub> 1 mM dan suhu sintesis 40°C	36
5.	Tabel uji stabilitas AgNP dengan media ekstrak air pada konsentrasi AgNO <sub>3</sub> 1 mM dan suhu sintesis 80°C	37
6.	Tabel uji stabilitas AgNP dengan media ekstrak air pada konsentrasi AgNO <sub>3</sub> 2 mM dan suhu sintesis 40°C	38
7.	Tabel uji stabilitas AgNP dengan media ekstrak air pada konsentrasi AgNO <sub>3</sub> 2 mM dan suhu sintesis 80°C	39
8.	Tabel uji stabilitas AgNP dengan media ekstrak etanol pada konsentrasi AgNO <sub>3</sub> 1 mM dan suhu sintesis 40°C	40
9.	Tabel uji stabilitas AgNP dengan media ekstrak etanol pada konsentrasi AgNO <sub>3</sub> 1 mM dan suhu sintesis 80°C	41
10.	Tabel uji stabilitas AgNP dengan media ekstrak etanol pada konsentrasi AgNO <sub>3</sub> 2 mM dan suhu sintesis 40°C	42
11.	Tabel uji stabilitas AgNP dengan media ekstrak etanol pada konsentrasi AgNO <sub>3</sub> 2 mM dan suhu sintesis 80°C	43
12.	Data serapan FTIR ekstrak air dan AgNP	45
13.	Data serapan FTIR ekstrak etanol dan AgNP	45
14.	Analisis ukuran kristal AgNP dengan persamaan <i>Scherrer</i>	48
15.	Analisis ukuran kristal AgNP dengan perhitungan <i>Ms. Excel</i>	49
16.	Hasil pengukuran zona hambat pada AgNP dari ekstrak air	50
17.	Hasil pengukuran zona hambat pada AgNP dari ekstrak etanol	50

**DAFTAR GAMBAR**

<b>nomor</b>		<b>halaman</b>
1.	Tanaman pandan ( <i>Pandanus amaryllifolius</i> roxb.)	7
2.	Perbandingan skala material nano dengan berbagai objek	12
3.	Skema biosintesis nanopartikel	16
4.	Alur reaksi kimia dalam biosintesis	17
5.	Hasil biosintesis AgNP dengan ekstrak daun pandan wangi	32
6.	Perbandingan spektra plasmon pada setiap variasi sampel	33
7.	Hasil uji stabilitas AgNP dengan media ekstrak air pada konsentrasi AgNO <sub>3</sub> 1 mM dan suhu sintesis 40°C	36
8.	Hasil uji stabilitas AgNP dengan media ekstrak air pada konsentrasi AgNO <sub>3</sub> 1 mM dan suhu sintesis 80°C	37
9.	Hasil uji stabilitas AgNP dengan media ekstrak air pada konsentrasi AgNO <sub>3</sub> 2 mM dan suhu sintesis 40°C	38
10.	Hasil uji stabilitas AgNP dengan media ekstrak air pada konsentrasi AgNO <sub>3</sub> 2 mM dan suhu sintesis 80°C	39
11.	Hasil uji stabilitas AgNP dengan media ekstrak etanol pada konsentrasi AgNO <sub>3</sub> 1 mM dan suhu sintesis 40°C	40
12.	Hasil uji stabilitas AgNP dengan media ekstrak etanol pada konsentrasi AgNO <sub>3</sub> 1 mM dan suhu sintesis 80°C	41
13.	Hasil uji stabilitas AgNP dengan media ekstrak etanol pada konsentrasi AgNO <sub>3</sub> 2 mM dan suhu sintesis 40°C	42
14.	Hasil uji stabilitas AgNP dengan media ekstrak etanol pada konsentrasi AgNO <sub>3</sub> 2 mM dan suhu sintesis 80°C	43
15.	AgNP dikumpulkan dari laurtan sampel	44
16.	Hasil karakterisasi FTIR ekstrak air dan AgNP	45
17.	Hasil karakterisasi FTIR ekstrak etanol dan AgNP	45
18.	Difraktogram XRD dari hasil biosintesis AgNP	47

**DAFTAR LAMPIRAN**

<b>nomor</b>		<b>halaman</b>
1.	Skema kerja preparasi sampel	59
2.	Skema kerja pembuatan larutan AgNO <sub>3</sub>	60
3.	Skema kerja pembuatan ekstrak pandan wangi	61
4.	Skema kerja biosintesis nanopartikel perak	62
5.	Skema kerja karakterisasi nanopartikel perak	63
6.	Skema kerja pembuatan media NA dan peremajaan bakteri	64
7.	Skema kerja penyiapan mikroba uji	65
8.	Skema kerja pembuatan media MHA	66
9.	Skema kerja pembuatan kontrol pembanding dan negatif	67
10.	Skema kerja uji aktivitas antibakteri	68
11.	Perhitungan	69
12.	Dokumentasi penelitian	74
13.	Hasil determinasi tanaman pandan wangi	75
14.	Data spektrofotometer UV-Vis AgNO <sub>3</sub>	76
15.	Data spektrofotometer UV-Vis seluruh varian	77
16.	Data FTIR ekstrak air daun pandan wangi	101
17.	Data FTIR hasil biosintesis AgNP dari ekstrak air	102
18.	Data FTIR ekstrak etanol daun pandan wangi	103
19.	Data FTIR hasil biosintesis AgNP dari ekstrak etanol	104
20.	Data XRD hasil biosintesis nanopartikel perak	105
21.	Foto uji aktivitas antimikroba	109

## DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

Lambang/singkatan	Arti dan keterangan
ACPY	<i>2-acetyl-1-pyrroline</i>
AgNP	Nanopartikel perak
AgNO <sub>3</sub>	Perak Nitrat
FCC	<i>Face Center Cube</i>
FTIR	<i>Fourier Transform Infrared</i>
g	Gram
L	Liter
NP	Nanopartikel
mL	Mililiter
m	Meter
mm	Milimeter
mM	Mikromolar
mg	Miligram
$\mu$ L	Mikroliter
nm	Nanometer
NA	<i>Nutrient Agar</i>
NB	<i>Nutrient Broth</i>
pH	Power of Hydrogen
SPR	<i>Surface Plasmon Resonance</i>
UV-Vis	Ultraviolet-visible
XRD	<i>X-Ray Diffraction</i>

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Nanoteknologi menjadi salah satu bidang ilmu pengetahuan dan teknologi yang berkembang pesat, memiliki aplikasi luas di berbagai bidang termasuk biomedis, industri farmasi, sampai kosmetik (Panda *et al.* 2011). Teknologi tersebut dapat menghasilkan nanopartikel berukuran 1–100 nm yang dapat meningkatkan aktivitas dan kegunaan dalam pengembangan produk tertentu. Sintesis nanopartikel biasanya menggunakan metode *top down* (fisika) dan metode *bottom up* (kimia). Namun, kedua metode ini menggunakan bahan kimia yang cukup toksik, sehingga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan serta diperlukan biaya besar untuk pembuatannya (Wahyudi dan Rismayani. 2008).

Dalam beberapa tahun terakhir, sintesis nanopartikel menggunakan media tanaman yang sering disebut sebagai biosintesis mendapat perhatian yang cukup besar karena prosesnya sederhana, murah, aman, dan ramah lingkungan. Ekstrak tanaman dapat bertindak sebagai agen pereduksi dan stabilisator dalam sintesis nanopartikel. Penelitian sebelumnya melaporkan bahwa sintesis nanopartikel dapat menggunakan berbagai bagian tanaman seperti buah *Acacia concinna*, daun *Arbutus unedo*, daun *Nicotiana tobaccum*, dan lain-lain (Devi *et al.* 2020).

Nanopartikel perak (AgNP) memiliki karakteristik yang tidak berbeda jauh walaupun menggunakan berbagai macam ekstrak tumbuhan (Khatami *et al.* 2018). Reduksi pada ion  $\text{Ag}^+$  menjadi partikel perak selama terpapar ekstrak tanaman dapat diamati dengan perubahan warna dari kuning pucat menjadi kecoklatan. Proses ini menunjukkan reduksi total ion  $\text{Ag}^+$  oleh zat pereduksi yang dikeluarkan dalam ekstrak (Bouqellah *et al.* 2018).

Ada beberapa parameter yang berpengaruh pada sintesis nanopartikel, yaitu waktu reaksi, pH, konsentrasi (Susanthy *et al.* 2018), dan suhu (Margaretta dkk. 2013). Parameter ini dapat memberikan pengaruh besar pada ukuran, bentuk, dan stabilitas dari AgNP yang nantinya akan diaplikasikan sebagai agen antibakteri. Partikel yang lebih kecil dengan luas permukaan yang lebih besar akan memberikan efek bakterisida yang lebih baik dibandingkan dengan partikel yang berukuran besar (Vijayakumar *et al.* 2018).

Aktivitas antibakteri dari AgNP masih diselidiki hingga sekarang. Ditemukan adanya perbedaan sifat fisiologis pada bakteri Gram positif dan Gram negatif. Pada nanopartikel perak yang telah diuji ke patogen *E. coli*, *S. aureus*, dan *P. aeruginosa* menunjukkan adanya penghambatan secara signifikan pada ketiga bakteri tersebut (Hamad *et al.* 2018). Sedangkan pada penelitian lain, diameter yang diukur untuk area pertumbuhan bakteri *B. subtilis*, *B. vallismortis* dan *E. coli* menunjukkan bahwa AgNP lebih sensitif pada bakteri Gram positif daripada bakteri Gram negatif (Pirtarighat

*et al.* 2019). Diduga tanaman yang digunakan sebagai media sintesis juga dapat mempengaruhi aktivitas antibakteri AgNP.

Pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius*) merupakan tanaman yang sering dimanfaatkan daunnya sebagai bahan tambahan makanan, umumnya sebagai bahan pewarna hijau dan pemberi aroma. Selain itu, daun *P. amaryllifolius* mudah ditanam, dirawat, dan tidak membutuhkan lahan yang luas untuk tumbuh (Faras *et al.* 2014). Berdasarkan hasil skrining fitokimia pada ekstrak *P. amaryllifolius* dalam pelarut air maupun etanol mengandung senyawa flavonoid, alkaloid, saponin, tanin, dan polifenol (Dasopang dan Akmal. 2016; Vania dkk. 2019; Bakhtra dkk. 2020; Marina dkk. 2021) diduga memiliki kontribusi terhadap aktivitas antioksidan (Margaretta dkk. 2013) dan antibakteri (Arisandi dan Andriani. 2008).

Daun *P. amaryllifolius* juga memiliki potensi sebagai bahan bioreduksi untuk mendapatkan AgNP. Berdasarkan penelitian Akhir *et al.* (2015) yang juga menggunakan *P. amaryllifolius* sebagai media sintesis, menunjukkan karakterisasi AgNP yang baik dari segi waktu, harga, dan keramahan lingkungannya. Senyawa metabolit dari tanaman yang dimanfaatkan sebagai bioreduktor seperti terpenoid, flavonoid, keton, aldehid, amida, dan asam karboksilat dapat membantu dalam mengurai ion perak dan mempercepat pembentukan AgNP, sehingga hasil yang diperoleh juga aman terhadap sel manusia (Behravan *et al.* 2019).

Biosintesis untuk memperoleh AgNP memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan sintesis fisika dan kimia. Namun, dengan adanya

beberapa hasil yang berbeda pada karakterisasi dan aktivitas antibakterinya, maka topik penelitian nanopartikel perak masih perlu diselidiki lebih lanjut.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah, rumusan penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakterisasi AgNP yang diperoleh dari hasil biosintesis menggunakan ekstrak daun *P. amaryllifolius*?
2. Bagaimana aktivitas antibakteri AgNP yang diperoleh dari hasil biosintesis menggunakan ekstrak daun *P. amaryllifolius*?

## **C. Tujuan Penelitian**

1. Untuk mengetahui karakterisasi AgNP yang diperoleh dari hasil biosintesis menggunakan ekstrak daun *P. amaryllifolius*.
2. Untuk mengetahui aktivitas antibakteri AgNP yang diperoleh dari hasil biosintesis menggunakan ekstrak daun *P. amaryllifolius*.

## **D. Manfaat Penelitian**

### **1. Manfaat teoritis**

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi terhadap perkembangan ilmu pengetahuan khususnya di bidang sains dan pengobatan. Dengan adanya karya tulis ini penulis diharapkan bisa

membantu peneliti selanjutnya untuk memperoleh referensi tambahan seputar permasalahan sesuai tema karya tulis ini.

## **2. Manfaat praktis**

Peneliti berharap hasil penelitian ini dapat menjadi pilihan alternatif untuk mendapatkan sumber antibakteri baru. Peneliti juga berharap dapat berkontribusi dalam mengembangkan metode sintesis ramah lingkungan dan dapat membudidayakan tanaman yang lebih ekonomis sebagai sumber bahan baku dalam pembuatan produk farmasi.

## BAB II

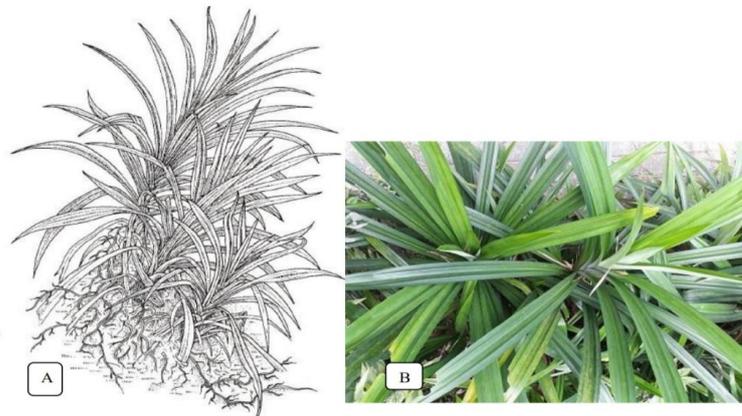
### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Taksonomi Tanaman

*Pandanus amaryllifolius* (Roxb.) atau yang dikenal sebagai pandan wangi merupakan tumbuhan tropis yang banyak digunakan untuk memberi aroma dalam pengolahan makanan maupun minuman. Daun *P. amaryllifolius* tidak berduri dan banyak dibudidayakan di pekarangan rumah khususnya bagi masyarakat di Asia Tenggara. Pemberian namanya diduga berhubungan dengan aroma khas yang dihasilkannya dari senyawa 2-acetyl-1-pyrroline (ACPY) (De Guzman and Siemonsma. 1999).

Berikut taksonomi pandan wangi secara lengkap: (Van Steenis. 1997)

Kingdom : Plantae  
Divisi : Magnoliophyta  
Kelas : Liliopsida  
Ordo : Pandanales  
Familia : Pandanaceae  
Genus : Pandanus  
Species : *Pandanus amaryllifolius* Roxb.



Gambar 1. Tanaman pandan (*P. amaryllifolius* Roxb.). (A.) Sketsa habitus tanaman pandan. (B.) Tanaman pandan di pekarangan (De Guzman and Siemionsma. 1999)

Pandanus memiliki ciri-ciri berhabitus pohon atau perdu, tidak memanjat, endokarpnya sangat tebal dan menulang (Stone. 1976). Bentuk liar dari *P. amaryllifolius* tidak pernah ditemukan, namun diduga berasal dari Kepulauan Maluku karena hanya di sana ditemukan spesimen yang memiliki bunga. Meskipun begitu, *P. amaryllifolius* banyak ditemukan dan dikembangkan di berbagai negara seperti Malaysia, Vietnam, Indonesia, Papua, dan Filipina.

*P. amaryllifolius* merupakan herba dengan tinggi 0,5-1 m, batang ramping dengan diameter 3-4 mm, panjang 4,5-9 cm, diameter 1-2 mm, akar tunjang kecil dengan beberapa keluar di sekitar pangkal batang dan cabang (Rahayu dan Handayani. 2008). Tanaman ini tidak menghasilkan buah sehingga tanaman tersebut steril. Biasanya diperbanyak dengan cara vegetatif.

## 1. Kandungan kimia tanaman

Daun *P. amaryllifolius* menghasilkan aroma yang berasal dari senyawa *2-acetyl-1-pyrroline* atau yang sering disingkat sebagai ACPY. ACPY merupakan derivat dari asam amino phenylalanine (Faras *et al.* 2014), proline, dan ornithine sebagai prekusornya (Weenen *et al.* 1997).

Konsentrasi ACPY pada daun *P. amaryllifolius* bervariasi tergantung pada metode isolasinya. Destilasi dengan menggunakan *supercritical carbon dioxide* sebagai pelarut menghasilkan sebanyak 7,16 ppm ACPY di dalam daun *P. amaryllifolius* (Bhattacharjee *et al.* 2005). Walaupun demikian, De Guzman dan Siemonsma (1999) menyatakan daun *P. amaryllifolius* mengandung sekitar 10% ACPY. Senyawa ACPY mudah terdegradasi pada saat proses pemanasan atau saat dimasak (Cheetangdee and Chaiseri. 2006).

Daun *P. amaryllifolius* mengandung senyawa karotenoid dan xanthophyl. Karotenoid terutama  $\alpha$ -carotene and  $\beta$ -carotene merupakan prekursor dari norisoprenoids yang juga memberi aroma yang kuat pada makanan. Karotenoid telah lama diketahui sebagai senyawa antioksidan untuk melindungi berbagai penyakit degeneratif seperti kanker, jantung koroner, atau penyakit yang berhubungan dengan penuaan. Beberapa senyawa karotenoid yang diidentifikasi pada daun *P. amaryllifolius* adalah *Violaxanthin*, *Neoxanthin*, *Lutein*, *Zeaxanthin*, *Lutein epoxide*,  $\alpha$ -carotene, dan  $\beta$ -carotene (Ningrum *et al.* 2015).

Daun *P. amaryllifolius* memiliki asam amino bebas berturut-turut dari konsentrasi tertinggi hingga terendah yaitu asam aspartat, serin, asam glutamat, glisin, histidin, arginin, treonin, alanin, prolin, tirosin, valin, lisin, isoleusin, leusin, dan phenil alanin (Cheetangdee and Chaiseri. 2006). Selain mengandung senyawa yang menghasilkan aroma, ekstrak daun *P. amaryllifolius* dapat dimanfaatkan sebagai antioksidan alami dengan kandungan senyawa seperti alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, dan polifenol (Dewanti dan Ferry. 2017).

## **2. Kegunaan tanaman**

*P. amaryllifolius* mempunyai potensi aktivitas antioksidan yang menjanjikan. Berbagai hasil penelitian aktivitas antioksidan pada ekstrak *P. amaryllifolius* (Fatihanim dkk. 2008; Thatsanasuwan *et al.* 2017; Margareta dkk. 2013; Mieran *and* Mohamed. 2001) menunjukkan tanaman tersebut mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, polifenol, zat warna, kuersetin, karatenoid, tokoferol, tokotrienol dan minyak esensial. Namun, senyawa-senyawa seperti alkaloid, polifenol, dan flavonoid termasuk mudah rusak oleh oksidasi.

Selain kegunaan tersebut, *P. amaryllifolius* juga dilaporkan memiliki aktivitas antidiabetik pada ekstrak air, antioksidan pada ekstrak air dan metanol, antikanker pada ekstrak etanol dan metanol, dan antibakteri pada ekstrak etanol dan etil asetat (Prameswari dan Widjanarko, 2014; Ghasemzadeh and Jaafar, 2013; Chong *et al.* 2012; Muhardi dkk. 2007). Hasil-hasil penelitian tersebut mengindikasikan bahwa pemilihan pelarut

yang digunakan untuk mengekstraksi senyawa bioaktif dari daun *P. amaryllifolius* merupakan faktor penting yang berpengaruh pada potensi terapi (Mardiyarningsih dan Resmi. 2014).

Air sebagai pelarut polar umumnya akan melarutkan senyawa golongan gula, asam amino, protein, poliglikosida, tanin, garam alkaloid, dan polifenol (Prameswari dan Widjanarko. 2014). Sedangkan etanol yang memiliki polaritas lebih rendah daripada air, dapat melarutkan senyawa alkaloid, diglikosida, fenolik, flavonoid, dan sedikit minyak atsiri (Lopez *et al.* 2005; Agustinarsih dkk. 2010).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Margeretta dkk (2011), membuktikan bahwa ekstraksi daun *P. amaryllifolius* menggunakan pelarut etanol 96% dapat menarik senyawa fenolat sebagai antioksidan alami. Sedangkan menurut Prameswari dan Simon (2013), senyawa seperti tanin, alkaloid, flavonoid, saponin, dan polifenol yang terdapat dalam ekstrak air daun *P. amaryllifolius* berperan penting dalam aktivitas antioksidan.

Selain dimanfaatkan sebagai pemberi aroma dan pewarna makanan, *P. amaryllifolius* juga memiliki aktivitas antibakteri karena mengandung senyawa fitokimia seperti tannin, alkaloid, flavonoid, dan polifenol sehingga berpotensi sebagai pengawet makanan. Ekstrak daun pandan pada konsentrasi 15% dapat menurunkan jumlah jamur pada makanan tradisional (Mardiyarningsih dan Aini. 2016).

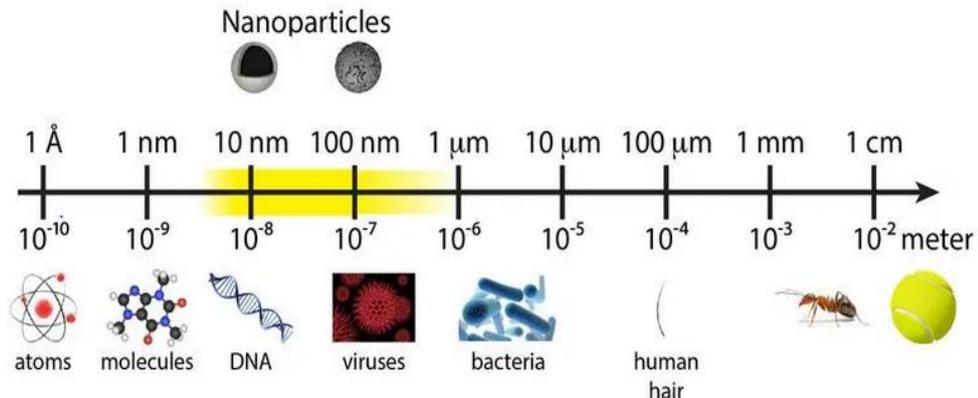
Berbagai penelitian telah berhasil menunjukkan kemampuan ekstrak daun *P. amaryllifolius* untuk menghambat pertumbuhan berbagai jenis

bakteri antara lain: *S. dysenteriae* (Ariana. 2017), *E. coli* (Mardiyaningsih dan Aini. 2012), *S. aureus*, dan *P. aeruginosa* (Dumaoal *et al.* 2010).

## **B. Perkembangan Nanoteknologi**

Salah satu bidang penelitian modern yang berkembang pesat saat ini adalah nanoteknologi. Nanopartikel adalah produk nanoteknologi yang banyak diminati karena memiliki luas permukaan yang besar, dengan ukuran berkisar 1-100 nm (Singh *et al.* 2016) yang dapat meningkatkan efektivitas dari produk yang akan dikembangkan. Nanopartikel juga sudah banyak dimanfaatkan di berbagai bidang seperti kesehatan, kosmetik, kesehatan lingkungan, industri kimia, sampai ilmu biomedis (Iravani *et al.* 2014).

Berdasarkan komposisi nanomaterial, dapat dibagi atas empat jenis yaitu, nanomaterial berbasis karbon, organik, anorganik, dan komposit. Nanomaterial yang berbasis anorganik adalah nanopartikel yang bersumber dari material berupa logam. Nanopartikel logam seperti emas, besi, perak, dan lainnya dilaporkan memiliki sifat kimia, optik, dan listrik yang baik. Ukuran nanopartikel logam bergantung pada prosedur sintesisnya. Dengan mengecilnya ukuran nanopartikel, atom-atom dipermukaan material akan lebih aktif karena jarak antara kordinat atom dan situs tak jenuh semakin bertambah. Area permukaan yang lebih reaktif dapat membantu proses katalisis dan adsorpsi (Saleh. 2020).



Gambar 2. Perbandingan skala material nano dengan berbagai objek (<https://warstek.com/2019/10/05/nanoteknologi-pertanian/>)

Perak adalah logam transisi yang dapat melakukan beberapa proses oksidasi pada zat lain. Sebagai logam yang bertoksik rendah, sintesis untuk mendapatkan AgNP sering dilakukan. Ion perak bersifat netral dalam air, tahan asam, garam, dan berbasah lemah. Stabilitas perak sangat baik terhadap panas dan cahaya. Ion perak juga memiliki keunikan seperti membawa tegangan elektrostatik karena telah kehilangan elektron valensinya (Subagio. 2020).

AgNP memiliki serapan dan sebaran cahaya yang sangat efisien dibandingkan nanopartikel logam lainnya. AgNP memiliki warna yang bergantung dari ukuran dan bentuk partikel. Karakteristik yang paling relevan dari AgNP adalah reaktivitas kimianya. AgNP menyerap cahaya pada panjang gelombang dengan karakteristik tertentu (karena plasmon permukaan metalik) mengarah warna kuning (Subagio. 2020).

Selain itu, hasil dari biosintesis AgNP memiliki aktivitas antibakteri yang menjanjikan, bersama dengan reduksi yang mudah dari perak monovalen menjadi perak metalik (Gour and Jain. 2019).

### C. Metode Sintesis Nanopartikel

Sintesis nanopartikel dapat dilakukan dalam fasa padat, cair, maupun gas. Proses sintesis pun dapat berlangsung secara fisika atau kimia. Sintesis secara fisika tidak melibatkan reaksi kimia, yang terjadi adalah pemecahan material besar menjadi ukuran nanometer atau penggabungan material berukuran sangat kecil, menjadi partikel berukuran nanometer tanpa mengubah sifat dari bahan. Proses sintesis secara kimia melibatkan reaksi kimia dari sejumlah material awal (*precursor*) sehingga dihasilkan material lain yang berukuran nanometer. Contohnya adalah pembentukan garam dengan mereaksikan asam dan basa yang bersesuaian (Abdullah *et al.* 2008).

Nanopartikel logam mempunyai struktur tiga dimensi berbentuk seperti bola (*solid*). Partikel ini dibuat dengan cara mereduksi ion logam menjadi logam yang tidak bermuatan (*noI*). Reaksi yang terjadi adalah;



Dengan M adalah ion logam yang akan dibuat menjadi nanopartikel, sebagai contoh Au, Pt, Ag, Pd, Co, Fe. Muatan logam dilambangkan sebagai n. Zat pereduksi yang biasa digunakan antara lain, natrium sitrat, borohidrat, NaBH<sub>4</sub>, dan alkohol. Proses ini terjadi karena adanya transfer elektron dari zat pereduksi menuju ion logam. Adapun faktor yang mempengaruhi sintesis nanopartikel ini seperti konsentrasi reaktan, molekul pelapis (*capping agent*), suhu, dan pengadukan (Abdullah *et al.* 2008).

Tindakan pertama yang dilakukan dalam mensintesis nanopartikel adalah menggunakan senyawa basa (pereduksi), misalnya, natrium borohidrida untuk mereduksi ion logam dari larutan garam, diikuti dengan penambahan *capping agent* atau stabilisator. Untuk melarutkannya, biasanya menggunakan pelarut serta reagen yang cukup toksik dan kadang memiliki efek yang berlawanan, sehingga berbahaya jika sisa bahan ini tertinggal selama proses sintesis. Meskipun prosedur dari metode fisika dan kimia mungkin efektif menghasilkan produk murni, namun harga yang harus dibayar sangatlah tinggi, baik secara material maupun lingkungan (Piotrowska *et al.* 2009).

Maka dari itu, biosintesis yang menggunakan metabolit primer dan sekunder tumbuhan sebagai pereduksi dan stabilisator menjadi pilihan alternatif dalam menghasilkan nanopartikel.

#### **D. Biosintesis Nanopartikel Perak**

Biosintesis adalah metode yang membentuk nanopartikel logam dengan bantuan bahan alam yang berasal dari organisme baik darat maupun laut (Asmathunisha and Kathiresan. 2013). Di mana media untuk melakukan sintesis ini bisa diperoleh dari mikroorganisme dan tanaman.

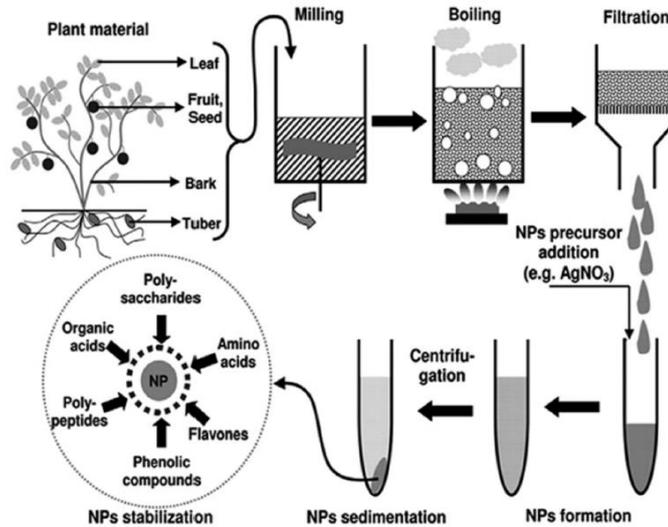
Namun, saat diujikan, media tanaman lebih sering digunakan karena berbagai alasan, di antaranya; langkah yang sederhana, cepat, ekonomis, dan lebih biokompatibel. Selain itu, kemampuan tanaman untuk mensintesis nanopartikel lebih baik dibandingkan dengan mikroba dan enzim karena mereka memiliki kemampuan untuk mengambil hampir 75%

energi cahaya dari matahari dan mengubahnya menjadi energi kimia, yang biasanya membutuhkan metode produksi yang mahal (Iravani. 2011; Polshettiwar *et al.* 2009).

Hampir semua komponen dalam tanaman seperti protein, asam amino, asam organik, vitamin, dan metabolit sekunder seperti flavonoid, alkaloid, polifenol, terpenoid, komponen heterosiklik, dan polisakarida mempunyai fungsi signifikan dalam mereduksi garam logam yang bertindak sebagai *capping* dan stabilisator dalam sintesis nanopartikel (Singh *et al.* 2016). Sehingga media biosintesis yang lebih sering digunakan adalah dari tanaman.

Ekstrak dari berbagai bagian tanaman yang digunakan sebagai media sintesis dapat memproduksi nanopartikel dengan variasi ukuran, bentuk, komposisi, dan aktivitas yang beraneka ragam. Tanaman, tumbuhan, dan spesies yang berbeda dapat dipastikan memiliki sumber senyawa fitokimia melimpah yang terdapat pada bagian daun, batang, biji, dan buah (Deorukhkar *et al.* 2007).

Banyak senyawa fitokimia yang terdapat di daun dapat diekstraksi dengan mudah (Thamima *et al.* 2015), sehingga ekstrak yang menggunakan bagian daun dianggap sebagai media yang sangat menjanjikan untuk biosintesis nanopartikel. Manfaat ekstrak daun juga berguna sebagai zat penstabil dan zat pereduksi yang nantinya akan memfasilitasi proses reduksi selama sintesis nantinya (Malik *et al.* 2014).



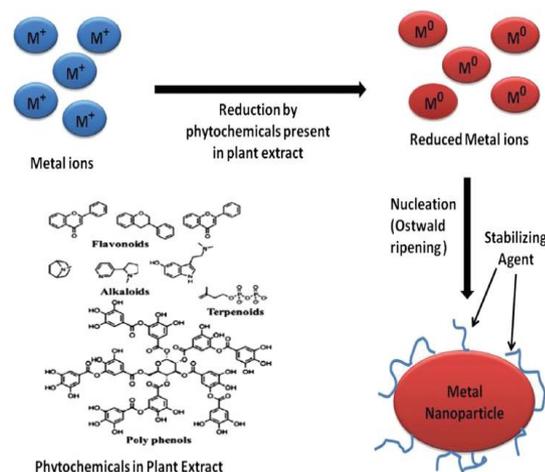
Gambar 3. Skema biosintesis nanopartikel (Nagajyothi *et al.* 2015)

Beberapa faktor seperti pH, suhu, waktu kontak, konsentrasi garam logam, dan profil fitokimia pada ekstrak daun yang digunakan dapat mempengaruhi bentuk, stabilisasi, kuantitas produksi, dan tingkat keberhasilan dari nanopartikel yang didapatkan (Jha *et al.* 2009). Sehingga diperlukan tanaman yang memiliki aktivitas antioksidan yang mencukupi untuk memperoleh nanopartikel yang sesuai.

Salah satu nanopartikel yang sering dihasilkan dengan menggunakan metode ini adalah AgNP (Lembang dkk. 2013). Penelitian yang berkaitan dengan biosintesis AgNP telah banyak dilakukan, mulai dari ekstrak daun ketapang (Lembang dkk. 2013), ekstrak buah merah (Matutu dkk. 2016), hingga ekstrak daun kersen (Wahab dkk. 2018). Ekstrak yang digunakan kebanyakan mengandung metabolit sekunder seperti terpenoid dan flavonoid yang memiliki aktivitas antioksidan sehingga ekstrak tersebut dapat berperan sebagai bioreduktor untuk menghasilkan AgNP.

## E. Karakterisasi Nanopartikel Perak

Setelah biosintesis dilakukan, untuk mengumpulkan AgNP yang terbentuk diperlukan tahap purifikasi. Rendemen hasil sintesis yang telah melalui proses purifikasi biasanya akan melalui serangkaian teknik karakterisasi untuk memastikan kandungan nanopartikel logam spesifik yang dihasilkan sampai mengidentifikasi ukuran dan bentuk AgNP.



Gambar 4. Alur reaksi kimia dalam biosintesis (Gour dan Jain. 2019)

Beberapa instrumen yang sering kali dijadikan landasan dalam karakterisasi nanopartikel adalah Spektrofotometer Ultraviolet-Visible (UV-Vis), *Fourier Transform Infrared Spectroscopy*, dan *X-Ray Diffraction* (XRD).

### 1. Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometer UV-Vis dapat digunakan untuk menganalisis nanopartikel dengan mendeteksi aktivitas *Surface Plasmon Resonance*

(SPR) yang berkaitan dengan warna larutan AgNP. SPR merupakan eksitasi elektron pada pita konduksi sekitar permukaan nanopartikel dan vibrasi oleh cahaya terhadap suatu struktur yang berukuran nanometer (Shankar. 2004). Ketika resonansi terjadi, muncul pita absorpsi yang kuat dari permukaan plasmon.

Nilai spektrum puncak dan absorbansi dari AgNP yang spesifik menunjukkan karakter SPR dari partikel berukuran nano. Serapan antara 400-500 nm dapat menunjukkan adanya AgNP (Mulfinger *et al.* 2007; Leela dan Vivekananda. 2008; Kumar dan Yadav. 2008).

## **2. *Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)***

Analisis menggunakan spektroskopi FTIR berkaitan dengan absorpsi radiasi inframerah melalui resonansi *non-centro symmetric* sehingga dapat mengidentifikasi senyawa sekunder yang terdapat dalam AgNP hasil biosintesis (Zakir dkk. 2014).

Karakterisasi menggunakan FTIR bertujuan untuk menentukan gugus fungsi dari ekstrak dan AgNP, membandingkan komponen senyawa sebelum dan sesudah terjadi proses reduksi ion  $\text{Ag}^+$  menjadi  $\text{Ag}^0$  (Zakir dkk. 2014). Rentang gelombang spektrum FTIR yang digunakan dalam menganalisis ini berkisar  $500\text{-}4.500\text{ cm}^{-1}$ .

## **3. *X-Ray Diffraction (XRD)***

XRD digunakan untuk mengidentifikasi fasa kristalin dalam nanomaterial dengan cara menentukan parameter struktur kisi dan dapat

memprediksi ukuran partikel. Karakterisasi dengan XRD ini bertujuan untuk mendapatkan informasi derajat kristalinitas (penentuan struktur kristal-amorf) dan orientasi (hkl). Analisa XRD juga dapat menentukan ukuran kristal pada nanomaterial melalui analisis kuantitatif dan kualitatif pada identifikasi pola difraksi dan intensitas puncak (Nikmatin dkk. 2011). Ukuran kristal dapat ditentukan dengan menggunakan rumus *scherrer*.

$$D = \frac{0.9\pi}{\beta \cos(\theta)} \quad (2)$$

Keterangan:

D = ukuran kristal

K = faktor bentuk dari kristal (0,94)

$\pi$  = panjang gelombang dari sinar-X (0,154056 Å)

$\beta$  = nilai dari Full Width at Half Maximum (FWHM)

$\theta$  = sudut difraksi (derajat)

Hasil peak dari orientasi fasa selanjutnya akan dibandingkan dengan data dari nilai referensi *International Centre for Diffraction Data* untuk mengidentifikasi bentuk dari kristalin yang terbentuk dan mengetahui berapa persen ion yang terkandung dalam material logam tersebut.

## F. Uji Aktifitas Antibakteri

Metode difusi adalah salah satu teknik dalam penentuan aktivitas yang didasarkan pada kemampuan difusi dari zat antibakteri dalam lempeng agar yang telah diinokulasikan dengan mikroba uji. Di metode ini,

teknik cakram (disk) yang paling sering digunakan untuk menentukan kepekaan mikroba terhadap berbagai macam obat-obatan.

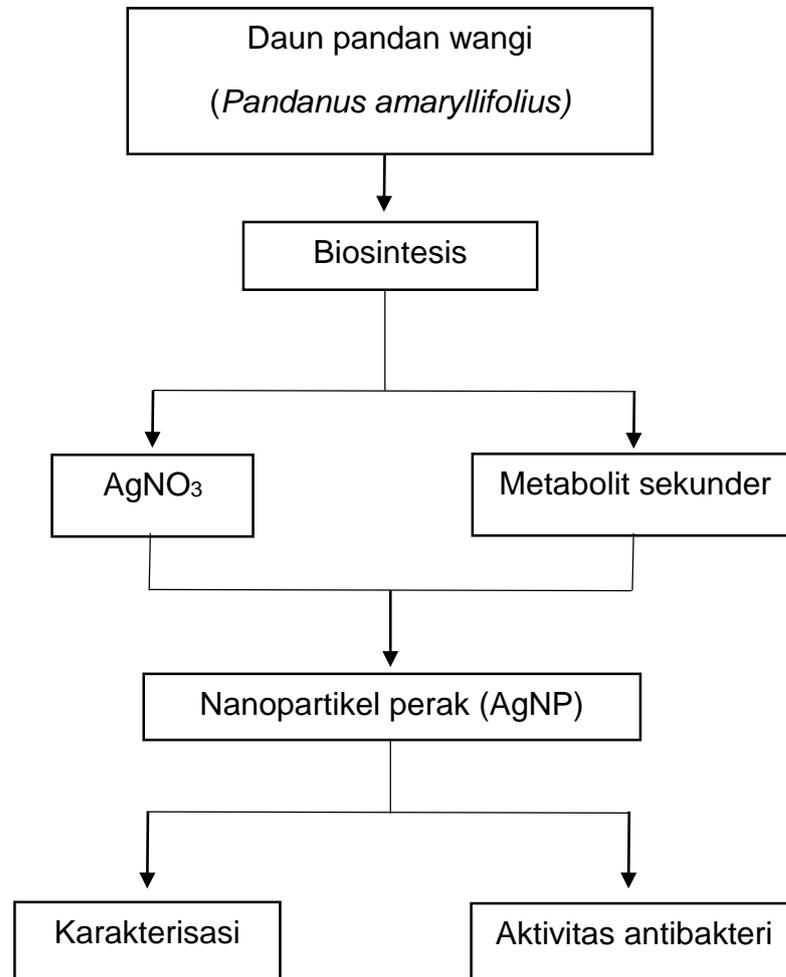
Metode cakram digunakan untuk menentukan kepekaan antibakteri terhadap satu antibiotik. Pada metode ini digunakan cakram kertas saring (*paper disk*) sebagai tempat menampung zat antibakteri. Kertas cakram tersebut diletakkan pada media agar yang telah diinokulasi bakteri uji, kemudian diinkubasi pada waktu dan suhu tertentu. Hasil yang diamati merupakan ada atau tidaknya zona bening yang terbentuk di sekitar kertas cakram yang menunjukkan zona hambat pada pertumbuhan bakteri (Pratiwi, 2008).

Tabel 1. Diameter zona hambat (Davis dan Stout. 1971)

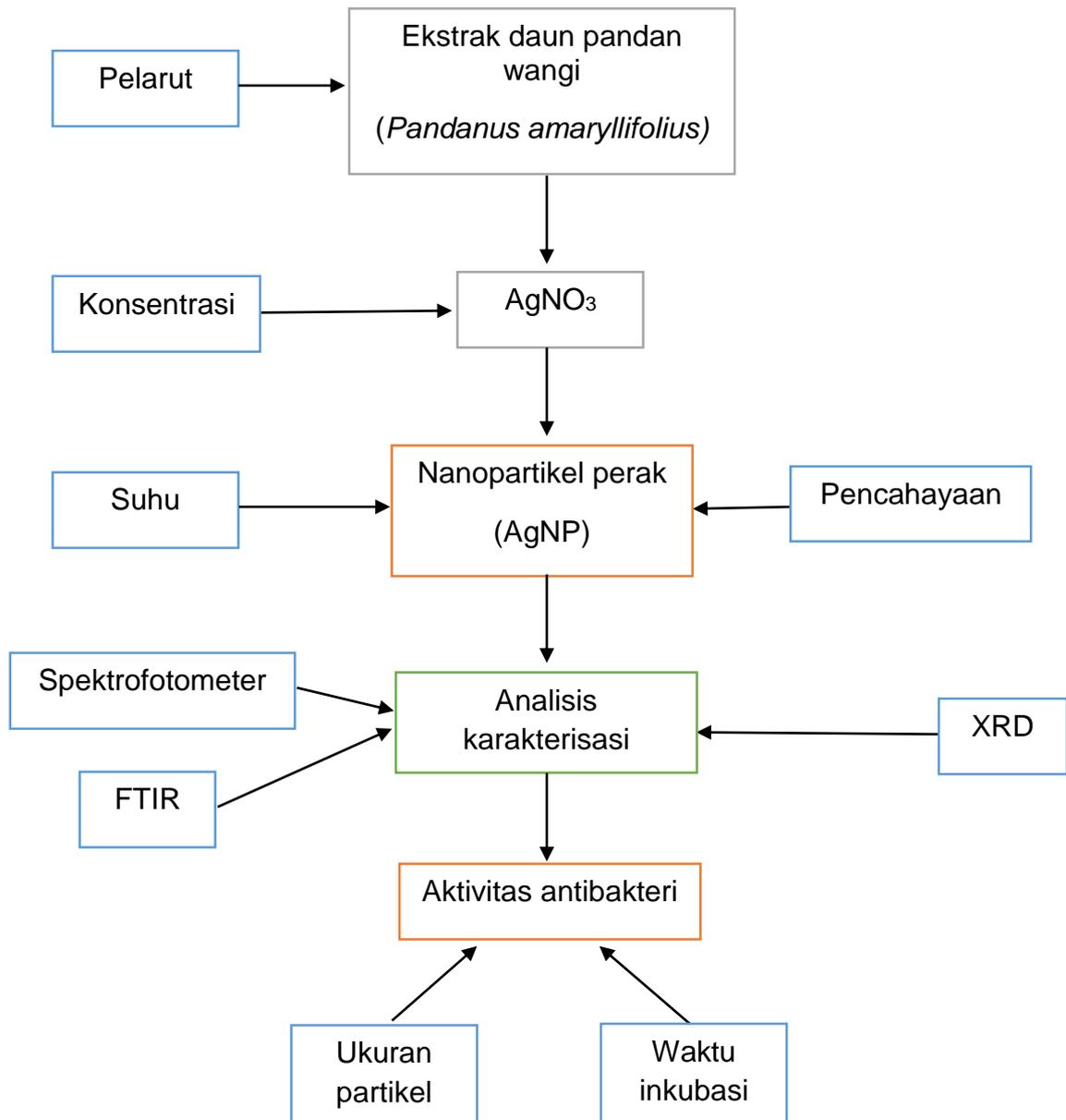
<b>Diameter Zona Hambat</b>	<b>Respon Hambatan Pertumbuhan</b>
>20 mm	Sangat kuat
10-20 mm	Kuat
5-10 mm	Sedang
<5 mm	Lemah

Metode cakram kertas ini memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihannya adalah mudah dilakukan, tidak memerlukan peralatan khusus, dan relatif murah. Sedangkan kelemahannya adalah ukuran zona bening yang terbentuk tergantung oleh kondisi inkubasi, inokulum, predifusi, dan preinkubasi serta ketebalan medium. Apabila keempat faktor tersebut tidak sesuai maka hasil dari metode cakram disk biasanya sulit untuk diinterpretasikan (Nurhayati dkk. 2020).

## G. Kerangka Teori



## H. Kerangka Konsep



Keterangan:

- = Variabel bebas
- = Variabel kendali
- = Variabel antara
- = Variabel terikat

## I. Hipotesis

Adapun yang menjadi hipotesis dalam penelitian ini, yaitu:

1. AgNP dapat diperoleh dengan metode biosintesis menggunakan ekstrak daun *P. amaryllifolius* sebagai agen pereduksi.
2. AgNP dari hasil biosintesis berpotensi menjadi agen antibakteri.