

**BIOSINTESIS NANOPARTIKEL PERAK MENGGUNAKAN EKSTRAK  
MANGROVE *Avicennia marina* DAN AKTIVITASNYA SEBAGAI  
ANTIBAKTERI**

**SKRIPSI**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan di  
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya**

Oleh:

**MOHAMMAD JOHANSYAH  
NIM. 145080300111023**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2018**

SKRIPSI

**BIOSINTESIS NANOPARTIKEL PERAK MENGGUNAKAN EKSTRAK  
MANGROVE *Avicennia marina* DAN AKTIVITASNYA SEBAGAI  
ANTIBAKTERI**

Oleh:

**MOHAMMAD JOHANSYAH  
NIM. 145080300111023**

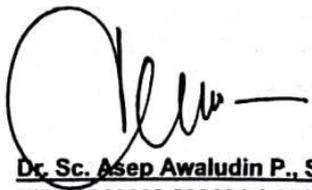
telah dipertahankan di depan penguji  
pada tanggal 6 Desember 2018  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan MSP**



**Dr. Ir. M. Firdaus, MS**  
NIP. 19680919 200501 1 001  
Tanggal : 18 DEC 2018

**Menyetujui,  
Dosen Pembimbing**



**Dr. Sc. Asep Awaludin P., S.Pi, MP**  
NIP. 19810602 200604 1 001  
Tanggal : 18 DEC 2018



**LEMBAR IDENTITAS PENGUJI**

**Judul: BIOSINTESIS NANOPARTIKEL PERAK MENGGUNAKAN EKSTRAK MANGROVE *Avicennia marina* DAN AKTIVITASNYA SEBAGAI ANTIBAKTERI**

Nama Mahasiswa : Mohammad Johansyah

NM : 145080300111023

Program Studi : Teknologi Hasil Perikanan

**PENGUJI PEMBIMBING**

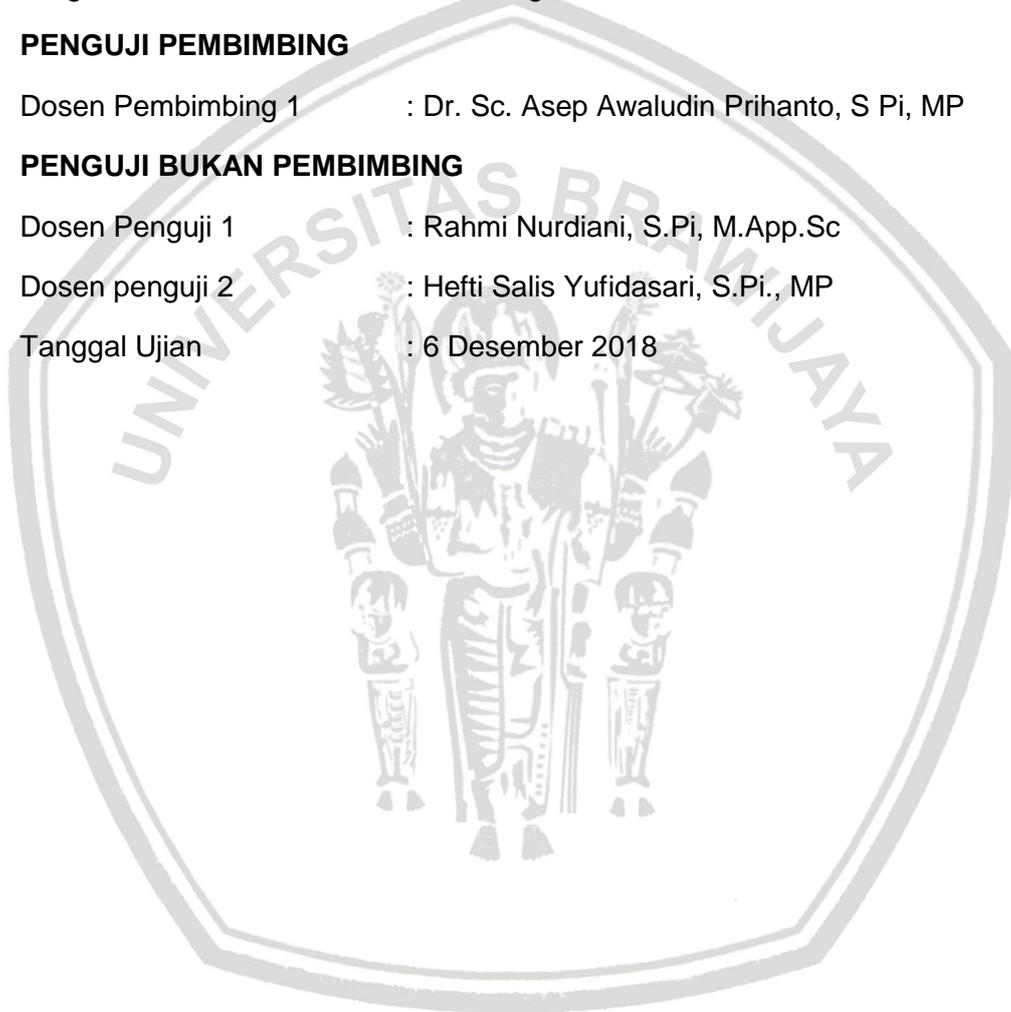
Dosen Pembimbing 1 : Dr. Sc. Asep Awaludin Prihanto, S Pi, MP

**PENGUJI BUKAN PEMBIMBING**

Dosen Penguji 1 : Rahmi Nurdiani, S.Pi, M.App.Sc

Dosen penguji 2 : Hefti Salis Yufidasari, S.Pi., MP

Tanggal Ujian : 6 Desember 2018



## PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis dengan judul “Biosintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Mangrove *Avicennia marina* Dan Aktivitasnya Sebagai Antibakteri” benar-benar merupakan hasil karya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hal ini terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi) maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, 6 Desember 2018

Mahasiswa

M. Johansyah

145080300111023



## UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, puji syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Tak lupa pula saya mengirimkan salam dan shalawat kepada Nabi Besar Muhammad SAW yang telah membawa umat Islam ke jalan yang diridhoi Allah SWT.

Skripsi yang berjudul "**Biosintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Mangrove *Avicennia marina* dan Aktivitasnya Sebagai Antibakteri**" merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana Perikanan dan Ilmu Kelautan. Skripsi ini dapat terselesaikan atas dukungan, doa orang tua dan teman-teman. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terimakasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Allah SWT atas karunia dan rahmat yang diberikan selama ini sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Kepada orang tua tercinta Ibu Suprapti, Bapak Sriono dan Bapak M. Didik Royani yang selalu memberikan biaya tambahan, dukungan, motivasi, amanat untuk kuliah terimakasih banyak. Terimakasih juga kepada keluarga besar (Eyang Suyono, Eyang Marfu'ah, Mbak Endra, Mas Agi, Mbak Fitri, Dek Chacha, Mas Rambo, Eyang Putri, Eyang Kakung, Bulek Ayik, Lek Hari, Dek Irma, Lek l'ip, Bulek Atik, Lek Asikin, Dek Riha, Dek Abta dll) yang selalu memberikan semangat dan dukungan lewat sosmed.
3. Dr. Sc. Asep Awaludin Prihanto, S.Pi, MP., selaku Dosen Pembimbing. Terimakasih atas bimbingan, nasehat, ilmu dan motivasinya sehingga skripsi ini bisa terselesaikan dengan baik, rapih dan berbobot.

4. Kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi saya ucapkan terimakasih banyak yang telah memberikan Beasiswa Prestasi Peningkatan Akademik sehingga saya bisa melanjutkan kuliah sampai selesai dan menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
5. Teman-teman satu pembimbing Pak Asep "Tim Manusia Mutan" Fourina, Dhea, Ayangga, Aldino dan "Tim Nanopartikel" Kiko, Yolanda dan Tamam, tanpa kalian skripsi ini tidak terselesaikan dengan baik dan terimakasih atas bantuan serta waktu.
6. Terimakasih juga kepada teman-teman perum PNS Tlogomas (Riko, Rudi, Duex, Galan, Jevi, Wildan, Kentung) atas dukungan, candaan dan kumpul-kumpulnya semoga kita kita cepat lulus dan disegerakan urusannya yang baik-baik, Amin.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis memohon maaf bila ada kesalahan dalam penulisan skripsi ini. Kritik dan saran saya hargai demi penyempurnaan penulisan serupa dimasa yang akan datang. Besar harapan penulis, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat bernilai positif bagi semua pihak yang membutuhkan.

## RINGKASAN

**MOHAMMAD JOHANSYAH.** Skripsi tentang biosintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak mangrove *Avicennia marina* dan aktivitasnya sebagai antibakteri (di bawah bimbingan **Dr.Sc. Asep Awaludin Prihanto, S.Pi, MP**).

Nanopartikel adalah material yang berukuran antara 1-100 nm. Nanopartikel memiliki potensi dibidang medis, industri serta pangan. Biosintesis dengan metode *bottom up* merupakan cara untuk menghasilkan nanopartikel perak secara efisien dan ramah lingkungan. Senyawa fenolik yang terkandung dalam daun mangrove *Avicennia marina* mempunyai sifat antioksidan yang dapat mereduksi ukuran partikel perak menjadi nano. Daun mangrove yang diambil untuk penelitian berasal dari pantai kawasan konservasi Kota Probolinggo.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Keamanan Hasil Perikanan, Laboratorium Perekayasaan Hasil Perikanan, Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang. Laboratorium Mineral dan Material Maju Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang, Malang. Penelitian ini dilakukan mulai bulan Februari 2018 – Agustus 2018. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan senyawa bioaktif dari ekstrak daun mangrove *Avicennia marina* yang digunakan sebagai biosintesis nanopartikel perak serta mengetahui aktivitas antibakterinya.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode deskriptif eksploratif. Penelitian ini dilakukan dengan tiga tahapan yaitu tahap pertama adalah ekstraksi mangrove *Avicennia marina*, tahap kedua ialah biosintesis dengan tiga konsentrasi yang berbeda (1 mM, 5 mM dan 10 mM), serta tahap ketiga ialah uji aktivitas antibakteri dan karakterisasi meliputi (UV – Vis, FTIR dan SEM).

Ekstrak daun mangrove *Avicennia marina* yang telah diproses dengan biosintesis telah menunjukkan perubahan warna dari kuning menjadi kecokelatan dengan waktu reaksi 10 menit. Perubahan warna tersebut dapat diidentifikasi telah terjadi pembentukan nanopartikel perak (AgNPs). Pada proses karakterisasi dengan UV-Vis didapatkan hasil pada konsentrasi 1 mM, 5mM dan 10 mM yaitu panjang gelombang 342 nm, 405 nm, dan 450 nm. Karakterisasi dengan FTIR menunjukkan beberapa gugus fungsi antara lain senyawa fenolik, alkana, cincin aromatik, alkena, asam karboksilat dan amina.. Pada pengujian SEM terlihat ukuran nanopartikel pada perbesaran 50.000 X dengan ukuran antara 103 – 350 nm. Zona hambat bakteri yang dihasilkan oleh AgNPs terhadap *Staphylococcus aureus* sebesar 16.05 mm, *Bacillus cereus* 16.05 mm, *Escherichia coli* 17.05 dan *Salmonella typhimurium* dengan zona hambat 22.05 mm. Untuk mengetahui senyawa metabolit sekunder dan bentuk nanopartikel perak sebaiknya dilakukan uji fitokimia dan XRD.

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan ucapan syukur dipanjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Biosintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Mangrove *Avicennia marina* Dan Aktivasnya Sebagai Antibakteri” sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya. Dibawah bimbingan Bapak Dr.Sc. Asep Awaludin Prihanto, S.Pi, MP.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, segala kritik maupun saran yang membangun sangat diharapkan oleh penulis demi masukan dan bahan pertimbangan untuk perbaikan pada penulisan selanjutnya. Akhir kata semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya bagi penulis khususnya dan bagi pihak-pihak yang berkepentingan pada umumnya.

Malang, 6 Desember 2018

M. Johansyah

DAFTAR ISI

Halaman

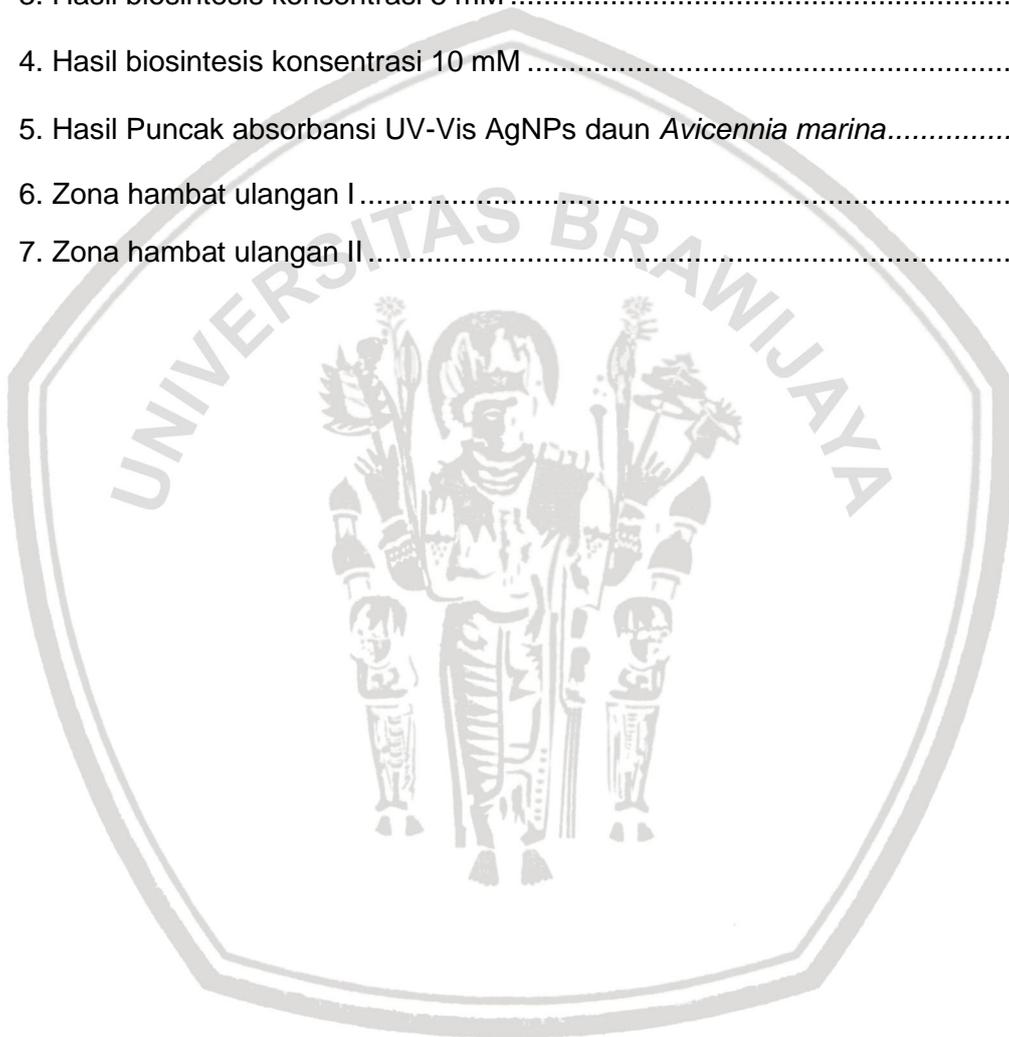
HALAMAN JUDUL.....	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR IDENTITAS PENGUJI.....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
RINGKASAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
<b>1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Kegunaan.....	3
1.5 Tempat dan Waktu.....	3
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Klasifikasi Mangrove <i>Avicennia marina</i> .....	4
2.2 Sifat dan Pemanfaatan Nanopartikel Perak.....	6
2.2.1 Nanopartikel.....	6
2.2.2 Sifat Nanopartikel Perak.....	6
2.2.3 Pemanfaatan Nanopartikel Perak.....	6
2.3 Aktivitas Antibakteri Nanopartikel Perak.....	7
2.4 Sintesis Nanopartikel secara <i>Top-Down</i> .....	7
2.5 Sintesis Nanopartikel Secara <i>Bottom-Up</i> .....	9
2.6 Biosintesis Nanopartikel Perak.....	10
2.7 Spektrofotometri Uv-Vis.....	12
2.8 FTIR.....	13
2.9 SEM.....	13
<b>3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>14</b>
3.1 Alat dan Bahan.....	14
3.1.1 Alat.....	14
3.1.2 Bahan.....	14
3.2 Metode Penelitian.....	14
3.3 Prosedur Penelitian.....	15
3.3.1 Tahap I Preparasi Sampel Mangrove Segar.....	18
3.3.2 Tahap II Biosintesis Nanopartikel Perak.....	19
3.3.3 Tahap III Uji Antibakteri.....	20
3.3.4 Uji UV-Vis.....	21
3.3.5 Uji FTIR.....	22
3.3.6 Uji SEM.....	23

<b>4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>25</b>
4.1 Hasil Biosintesis AgNPs .....	25
4.1.1 Hasil Biosintesis Ekstrak Mangrove <i>Avicennia marina</i> .....	25
4.1.2 Hasil Biosintesis Nanopartikel Perak Terbaik.....	27
4.2 Analisa UV – Vis .....	28
4.3 Analisis Hasil FTIR .....	29
4.4 Analisa Hasil SEM .....	29
4.5 Analisa Hasil Uji Antibakteri .....	30
<b>5. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>34</b>
5.1 Kesimpulan.....	34
5.2 Saran.....	34
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>35</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>39</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Konsentrasi pembuatan larutan AgNPs .....	20
2. Hasil biosintesis konsentrasi 1 mM .....	25
3. Hasil biosintesis konsentrasi 5 mM .....	25
4. Hasil biosintesis konsentrasi 10 mM .....	25
5. Hasil Puncak absorbansi UV-Vis AgNPs daun <i>Avicennia marina</i> .....	28
6. Zona hambat ulangan I .....	31
7. Zona hambat ulangan II .....	31



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Mangrove api-api ( <i>Avicennia marina</i> ).....	4
2. Skema representasi pembentukan struktur nano secara <i>Top-Down</i> .....	8
3. Skema representasi pembentukan struktur nano secara <i>Bottom-Up</i> .....	10
4. Sintesis AgNPs.....	11
5. Penentuan $\lambda$ -maks UV-Vis.....	12
6. Tahap I preparasi sampel mangrove <i>Avicennia marina</i> .....	15
7. Tahap II biosintesis AgNO <sub>3</sub> dengan tiap bagian mangrove <i>Avicennia marina</i> .....	16
8. Tahap III uji antibakteri.....	17
9. Peta lokasi pengambilan sampel.....	18
10. Hasil biosintesis AgnO <sub>3</sub> oleh ekstrak daun mangrove <i>Avicennia marina</i> .....	27
11. Hasil SEM AgNPs daun <i>Avicennia marina</i> 5 mM.....	29
12. Zona hambatan I.....	30
13. Zona hambatan II.....	31

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Bagian – bagian tiap spesies mangrove.....	39
2. Tahap I Preparasi Ekstrak Mangrove <i>Avicennia marina</i> .....	40
3. Pembuatan Larutan Stok AgNO <sub>3</sub> 20 mM .....	41
4. Tahap II Biosintesis Nanopartikel Perak <i>A. marina</i> Konsentrasi 5 mM .....	42
5. Tahap III Uji Antibakteri.....	43
6. Skema Uji UV-Vis AgNPs ekstrak daun mangrove <i>Avicennia marina</i> .....	44
7. Skema Uji FTIR AgNPs ekstrak daun mangrove <i>Avicennia marina</i> .....	45
8. Skema Uji SEM AgNPs ekstrak daun mangrove <i>Avicennia marina</i> .....	46
9. Perubahan Warna Biosintesis Ekstrak <i>Avicennia marina</i> 5 mM .....	44
10. Hasil Biosintesis Daun Mangrove <i>Avicennia marina</i> .....	45
11. Hasil Biosintesis Buah Mangrove <i>Avicennia marina</i> .....	46
12. Hasil Biosintesis Kulit Mangrove <i>Avicennia marina</i> .....	47
13. Hasil UV – Vis Ekstrak <i>Avicennia marina</i> .....	48
14. Hasil FTIR Biosintesis Ekstrak Mangrove <i>Avicennia marina</i> 5 mM.....	49
15. Hasil SEM Biosintesis Ekstrak Mangrove <i>Avicennia marina</i> 5 mM.....	50

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Nanopartikel perak (AgNPs) dapat dimanfaatkan untuk keperluan medis, makanan dan keperluan industri karena sifat fisik dan kimianya yang unik (Zhang, *et al.* 2016). Dalam hal medis, AgNPs dapat digunakan sebagai antimikroba. Mekanisme AgNPs sebagai antimikroba yaitu dengan cara merusak membran sel yang mengarah pada perubahan struktur sel, sehingga bakteri lebih permeabel (Franci, *et al.* 2015). Terbukti AgNPs dapat menghambat pertumbuhan beberapa bakteri, diantaranya *Vibrio parahaemolyticus*, *Salmonella typhimurium*, *Pseudomonas aeruginosa* dan *Bacillus subtilis* (Siddiqi, *et al.* 2018)

Pada umumnya, nanopartikel perak dapat disintesis dengan dua metode, dikenal dengan metode *bottom-up* dan *top-down* (Zhang, *et al.* 2016). Metode *Bottom-Up* adalah metode dimana komponen yang lebih kecil dari dimensi atom atau molekul dibentuk menjadi lebih besar dan terorganisir (nanopartikel) (Arole dan Munde, 2014). Metode *Top-Down* adalah metode yang memecah partikel besar menjadi lebih kecil (nanopartikel).

Pembentukan nanopartikel dengan metode *Bottom-up* lebih murah dibandingkan metode *Top-down*. Metode ini juga tidak membutuhkan suhu dan tekanan yang tinggi serta tidak *toxic* terhadap lingkungan. Dalam penelitian Okafor, *et al.* (2013), metode kimia dan fisika digantikan metode biosintesis dengan mempertimbangkan teknik ramah lingkungan untuk menghasilkan AgNPs menggunakan biosintesis ekstraseluler, biosintesis inilah termasuk kedalam metode *Bottom-Up*.

Mangrove adalah salah satu sumber bahan ekstrak untuk sintesis nanopartikel. Terdapat beberapa jenis mangrove yang sudah digunakan dalam penelitian untuk sintesis nanopartikel perak (Bhaksi, *et al.* 2015). *Avicennia marina*

adalah mangrove yang terbukti sebagai antibakteri, antiplasmodial, dan antivirus dengan daunnya sebagai ekstrak untuk sintesis nanopartikel perak (Jerlin, *et al.* 2017). Daun *Avicennia marina* mengandung senyawa bioaktif seperti polifenol dan flavonoid untuk mereduksi AgNO<sub>3</sub> efektif digunakan sebagai antibakteri dibandingkan anti jamur (Johannes, *et al.* 2017).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah bagian ekstrak daun, kulit dan ataupun buah mangrove *Avicennia marina* dapat mereduksi AgNO<sub>3</sub> menjadi nanopartikel perak. Kemudian bagian ekstrak mangrove yang dapat mereduksi AgNO<sub>3</sub> akan digunakan sebagai uji antibakteri untuk mengetahui apakah terdapat aktivitas zona hambat.

## 1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian skripsi ini adalah:

1. Apakah ekstrak bagian daun, kulit dan ataupun buah mangrove *Avicennia marina* mampu bereaksi dengan perak nitrat dan membentuk nanopartikel perak (AgNPs)?
2. Apakah nanopartikel perak (AgNPs) hasil sintesis menggunakan ekstrak bagian mangrove *Avicennia marina* mempunyai aktivitas antibakteri?

## 1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian skripsi ini adalah:

1. Untuk mengetahui kemampuan ekstrak bagian daun, kulit dan ataupun buah mangrove *Avicennia marina* pada pembentukan nanopartikel perak (AgNPs).
2. Untuk mengetahui aktivitas antibakteri nanopartikel perak (AgNPs) hasil sintesis menggunakan ekstrak bagian mangrove *Avicennia marina*.

#### 1.4 Kegunaan

Laporan skripsi ini diharapkan dapat memberikan manfaat dan memberikan informasi tentang, cara mendapatkan senyawa bioaktif dari ekstrak mangrove *Avicennia marina* untuk sintesis nanopartikel perak. Mengetahui aktivitas bakteri gram positif dan gram negatif oleh AgNPs ekstrak mangrove *Avicennia marina*.

#### 1.5 Tempat dan Waktu

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di Laboratorium Keamanan Hasil Perikanan, Laboratorium Perekayasaan Hasil Perikanan, Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang. Laboratorium Mineral dan Material Maju Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang, Malang pada bulan Februari 2018 sampai dengan April 2018.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Klasifikasi Mangrove *Avicennia marina*

Mangrove *Avicennia marina* merupakan family Avicenniacea / Verbenaceae, sering disebut juga sebagai mangrove api-api. Habitat mangrove *Avicennia marina* biasa ditemukan di tepi pantai pada substrat yang berpasir kasar, halus, lumpur yang dalam dan substrat yang berkadar garam tinggi (Halidah, 2014). Adapun gambar tiap bagian *Avicennia marina* dapat dilihat pada Lampiran 1. Menurut Duke, *et al.* (2010), klasifikasi *Avicennia marina* adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae  
Phylum : Tracheophyta  
Class : Magnoliopsida  
Order : Lamiales  
Family : Avicenniaceae  
Spesies : *Avicennia marina*



**Gambar 1.** Mangrove Api-Api (*Avicennia marina*)  
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

*Avicennia marina* biasa berasosiasi dengan jenis mangrove *Rhizophora* sp. Tumbuhan *Avicennia marina* ini mempunyai akar napas, tumbuh dengan tegak, serta memiliki banyak cabang. Akar napas api-api tumbuh lurus, berbentuk ramping dan berjumlah banyak, memiliki daun yang tumbuh berhadapan, bertangkai, berbentuk bulat telur terbalik dengan ujung tumpul dan pangkal yang rata. Api-api memiliki batang yang mengeluarkan getah dan memiliki rasa yang pahit. Bunga tumbuhan ini berwarna kuning dengan kelopak 4 bunga yang pendek dan pucat. Buah berbentuk kotak, berkatup, berbiji satu serta berkecambah sebelum rontok (Bandaranayake 1999).

Beberapa jenis tumbuhan yang tergolong dalam Genus *Avicennia* menghasilkan bahan-bahan yang dapat digunakan untuk keperluan pengobatan, pangan, pakan, perumahan dan farmasi. Tumbuhan api-api ini banyak mengandung senyawa aktif, yaitu triterpenoid, steroid, alkaloid, senyawa flavonoid, saponin, dan tanin (Yusuf 2010). Api-api termasuk pepohonan semak hingga medium dengan ketinggian 2 – 5 meter dan banyak ditemukan di ujung aliran sungai atau di area pasang terendah. Cukup toleran dengan salinitas yang cukup tinggi dan pertumbuhan optimal terdapat pada salinitas 0-30 (Afzal, *et al.* 2011).

*Avicennia marina* biasa dimanfaatkan oleh penduduk sekitar untuk dijadikan obat berbagai penyakit. Batang api-api dijadikan obat rematik dan cacar. Getah kulit batang dijadikan obat sakit gigi, bagian buah dijadikan obat untuk sariawan (Bayu, 2009). Mangrove sejati ini banyak mengandung senyawa aktif yang dapat dimanfaatkan secara maksimal. Daun dan kulit batang api-api mengandung senyawa aktif alkaloid, triterpenoid, saponin, tanin, glikosida, dan flavonoid yang sangat potensial digunakan sebagai antioksidan, antimikroba, antifungi, dan antibiotik (Wibowo, *et al.* 2009).

## 2.2 Sifat dan Pemanfaatan Nanopartikel Perak

### 2.2.1 Nanopartikel Perak

Nanoteknologi menjadi salah satu bidang ilmu Fisika, Kimia, Biologi, dan rekayasa yang penting dan menarik beberapa tahun terakhir ini (Lembang, *et al.* 2014). Salah satu pengembangan nanoteknologi yang sedang berkembang yaitu nanopartikel. Nanopartikel adalah partikel dengan ukuran nanometer, yaitu sekitar 1 - 100 nm (Purnomo, *et al.* 2017). Nanopartikel perak (AgNPs) merupakan partikel logam perak yang memiliki ukuran kurang dari 100 nm. AgNPs memiliki banyak keunggulan, antara lain memiliki aktifitas dengan spektrum yang luas baik terhadap bakteri, kapang dan bahkan virus (Sintubin, *et al.* 2011).

### 2.2.2 Sifat Nanopartikel Perak

Nanopartikel dapat memiliki sifat atau fungsi yang berbeda dari material berukuran besar. Dua hal utama yang membuat nanopartikel berbeda dengan material berukuran besar yaitu: (a) karena ukurannya yang kecil, nanopartikel memiliki nilai perbandingan antara luas permukaan dan volume yang lebih besar jika dibandingkan dengan partikel berukuran ukuran besar, hal ini membuat nanopartikel bersifat lebih reaktif. Reaktivitas material ditentukan oleh atom-atom di permukaan, karena hanya atom-atom tersebut yang bersentuhan langsung dengan material lain; (b) ketika ukuran partikel menuju orde nanometer, maka hukum fisika yang berlaku lebih didominasi oleh hukum-hukum fisika kuantum (Abdullah, *et al.* 2008).

### 2.2.3 Pemanfaatan Nanopartikel Perak

Produk yang mengandung senyawa nanopartikel perak bisa dimanfaatkan dalam dunia medis misalnya untuk perban luka, alat kontrasepsi dan instrumen bedah. Dalam kehidupan sehari-hari biasa ditemukan pada deterjen, air purifikasi dan cat tembok. Pemanfaatan ini didasarkan pada sifat nanopartikel

perak dimana memiliki senyawa antimikroba yang cukup kuat (Haryono dan Sri, 2010).

### 2.3 Aktivitas Antibakteri Nanopartikel Perak

Selama ribuan tahun, telah diketahui bahwa ion-ion perak menunjukkan efek inhibisi yang kuat terhadap bakteri. Penelitian terkait juga menunjukkan aktivitas antiviral terhadap *human immune defisiensi virus* (HIV-1) dengan berbagai logam nanopartikel (Haryono dan Sri, 2010). Penelitian yang dilakukan oleh Wahyudi, *et al.* (2011) menunjukkan bahwa, larutan koloid nanopartikel perak memperlihatkan aktivitas inhibisi terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* dengan terbentuknya zona bening pada media agar yang mengandung bakteri.

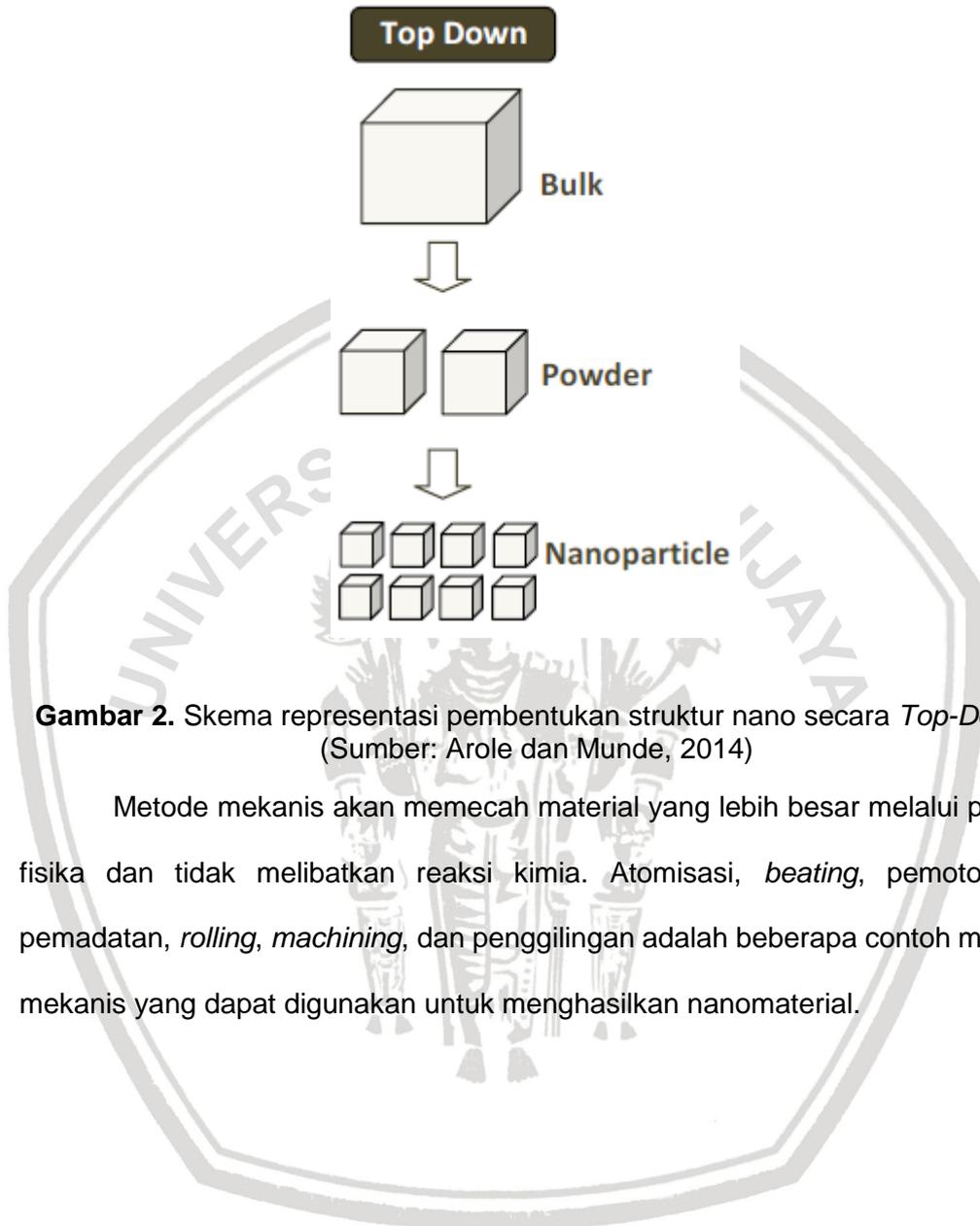
Mekanisme antibakteri nanopartikel dapat menyerang strain bakteri menurut (Li, *et al.* 2008) meliputi tahap berikut:

1. Adhesi nanopartikel terhadap permukaan bakteri yang mengubah sifat membran. Nanopartikel dengan ukuran kecil dan luas permukaan besar mampu berhubungan dengan permukaan mikroorganisme.
2. Nanopartikel perak masuk ke dalam sel bakteri menyebabkan kerusakan DNA.
3. Nanopartikel perak melepaskan ion  $Ag^+$  yang dapat berinteraksi dengan protein yang mengandung sulfur dalam dinding sel bakteri. Ion  $Ag^+$  terlarut berinteraksi dengan dinding sel dan protein sitoplasma.

### 2.4 Sintesis Nanopartikel secara *Top-Down*

Pembentukan nanopartikel dengan metode *Top-Down* dimulai dari material yang besar yang dipecah menjadi lebih kecil (struktur nano) melalui proses fisika, kimia atau mekanis. Sintesis *Top-Down* dapat dilakukan dengan beberapa proses,

diantaranya energi mekanis, tinggi, panas, bahan kimia, dan litografi. Berikut adalah penjelasan mengenai setiap proses menurut (Ram, *et al.* 2010).



**Gambar 2.** Skema representasi pembentukan struktur nano secara *Top-Down*.  
(Sumber: Arole dan Munde, 2014)

Metode mekanis akan memecah material yang lebih besar melalui proses fisika dan tidak melibatkan reaksi kimia. Atomisasi, *beating*, pemotongan, pemadatan, *rolling*, *machining*, dan penggilingan adalah beberapa contoh metode mekanis yang dapat digunakan untuk menghasilkan nanomaterial.

Proses kimia seperti penggoresan dapat menyebabkan pembentukan struktur nano dan disebut sebagai proses fabrikasi kimia *Top-Down*. Proses pembakaran yang menyebabkan perubahan kimia juga termasuk dalam grup ini. Proses lain yang termasuk dalam metode *Top-Down* secara kimia adalah anodasi yang menggunakan medan listrik (Ram, *et al.* 2010).

Metode pembentukan panas menggunakan energi panas untuk menghasilkan struktur nano dengan reaksi kimia apapun. Beberapa metode mekanis *Top-Down* juga melibatkan pertukaran energi panas selama proses pembentukan nanopartikel, dimana energi panas yang digunakan untuk proses nantinya akan mempengaruhi sifat-sifat nanomaterial itu sendiri (Ram, *et al.* 2010).

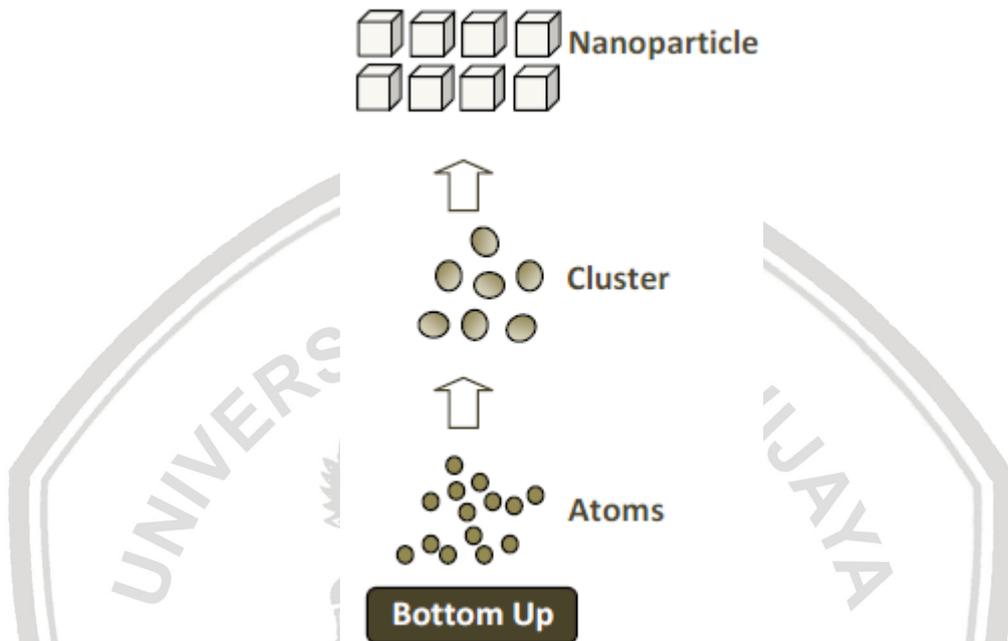
Nanomaterial dapat diproduksi melalui penggunaan sumber energi tinggi seperti plasma, busur listrik, *electron beam* dan laser. Meskipun panas dihasilkan selama proses, hal ini bukanlah metode secara *thermal* karena panas yang dihasilkan bukan secara konvensional (Arole dan Munde, 2014).

Litografi adalah proses selektif menghapus struktur nano dari bahan prekursor yang disebut *resist* dengan menggunakan gelombang elektromagnetik. Proses litografi diklasifikasikan berdasarkan sinyal eksitasi seperti litografi *X-ray*, *electron beam*, cahaya tampak dan UV. Namun kelemahan dari metode ini adalah biaya yang cukup mahal (Arole dan Munde, 2014).

## 2.5 Sintesis Nanopartikel Secara *Bottom-Up*

Teknik pembentukan *Bottom-Up* dapat dibagi menjadi tiga kategori umum tergantung pada fase reaksi yaitu fase padatan, cairan dan gas. Namun demikian, sulit untuk mengkategorikan proses pertumbuhan, karena banyak proses *Bottom-Up* menerapkan teknik-teknik padat, cair dan gas secara bersamaan. Beberapa contoh proses fase gas antara lain deposisi uap kimia, deposisi uap kimia organik logam, deposisi lapisan atom, *molecular beam epitaxy*, kondensasi fase gas,

implantasi ion, pirolisis dan pembakaran. Adapun contoh dari beberapa proses fase cair adalah nukleasi dan *sol-gel*, *molecular self-assembly*, *reduction of metal salt*, *single crystal growth in liquid media*, deposisi elektro dan non elektro, anodisasi, elektrolisis dan sintesis cair (Ram, *et al.* 2010).



**Gambar 3.** Skema representasi pembentukan struktur nano secara *Bottom-Up*.  
(Sumber: Arole dan Munde, 2014)

## 2.6 Biosintesis Nanopartikel Perak

Istilah biosintesis berarti pembentukan senyawa alami oleh organisme hidup. Biosintesis juga diartikan sebagai pembentukan molekul alami dari molekul lain yang kurang rumit strukturnya atau suatu proses anabolisme. Nanopartikel perak dapat diproduksi dengan beberapa metode seperti biologi, kimia dan fisika. Produksi dengan metode kimia dan fisika cukup mahal, penggunaan bahan yang berbahaya memiliki resiko pencemaran terhadap lingkungan. Tumbuhan adalah bahan yang lebih ramah lingkungan dan ekonomis untuk mensintesis nanopartikel perak. Tumbuhan berfungsi sebagai reduktor dan stabilisator dalam sintesis

nanopartikel perak. Tumbuhan menawarkan opsi yang lebih baik untuk sintesis nanopartikel karena bebas dari bahan kimia beracun. Selain itu tumbuhan juga memproduksi *capping agent* alami (Vithiya dan Sen, 2011).

Setiap tanaman menghasilkan berbagai macam metabolit sekunder. Salah satu gugus terpenting dari metabolit tersebut adalah senyawa fenolik. Fenolik memiliki paling tidak satu cincin aromatik (C6) yang membawa gugus hidroksil. (Michalak, 2006). Oleh karena adanya senyawa karbonil dan hidroksil yang terdapat pada fenolik sehingga memiliki sifat kecenderungan tinggi mengkelat logam. Fenolik juga mampu mereduksi ukuran partikel perak menjadi ukuran nano (Devi, *et al.* 2014). Salah satu cara biosintesis menurut Bughez, *et al.* (2012) yaitu mereduksi ion  $Ag^+$  menggunakan ekstrak tanaman.

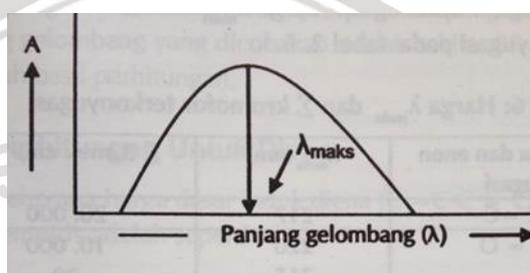


**Gambar 4.** Mekanisme sintesis AgNPs  
(Sumber: Bughez, *et al.* 2012)

Dalam penelitian Vithiya dan zsen, (2011), mengatakan bahwa *Avicennia marina* mengandung tannin, grup fenolik, alkaloid, xanthoprotein, resin dan coumarin. Grup fenolik tersebut antara lain luteolin 7-o-methylether 3'-O-β-D-glucoside, galactoside analogue, chrysoeriol 7-Oglucoside, Isorhamnetin 3-O-rutinoside, 5 hydroxy-4, 7-dimethoxyflavone, quercetin dan kaempferol. Menurut (Prabu dan Guruvayoorappan, 2012), *Avicennia marina* dapat digunakan untuk biosintesis nanopartikel perak.

## 2.7 Spektrofotometri Uv-Vis

Spektrofotometri UV-Vis adalah anggota teknik analisis spektroskopik yang memakai sumber REM (radiasi elektromagnetik) ultraviolet dekat (190-380 nm) dan sinar tampak (380-780 nm) dengan memakai instrumen spektrofotometer. Spektrofotometri UV-Vis melibatkan energi elektronik yang cukup besar pada molekul yang dianalisis, sehingga spektrofotometri UV-Vis lebih banyak dipakai untuk analisis kuantitatif dibandingkan kualitatif (Mukti, 2013).



**Gambar 5.** Penentuan  $\lambda_{maks}$  Uv-Vis  
(Sumber: *Google image*, 2018)

Absorbansi pada spektrofotometri UV-Vis berguna untuk penetapan senyawa-senyawa organik dengan jumlah yang sangat kecil (Triyati, 1985). Absorbansi adalah perbandingan intensitas sinar yang diserap dengan intensitas sinar datang. Nilai absorbansi ini akan bergantung pada kadar zat yang terkandung di dalamnya. Semakin banyak kadar zat yang terkandung dalam suatu sampel, maka semakin banyak molekul yang akan menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu. Sehingga nilai absorbansi akan berbanding lurus dengan konsentrasi zat yang terkandung didalam suatu sampel (Neldawati dan Gusnedi, 2013).

## 2.8 FTIR

Spektroskopis FTIR (*Fourier Transform Infrared*) merupakan spektroskopis inframerah yang dilengkapi dengan transformasi *Fourier* untuk deteksi dan analisis hasil spektrumnya (Anam, *et al.* 2007). FTIR dalam penelitian tentang nanopartikel bertujuan untuk mengidentifikasi biomolekul yang menyebabkan pengurangan ion Ag<sup>+</sup>. Puncak-puncak yang terbaca oleh spektrum FTIR menunjukkan penyerapan dari kelompok fungsional (Sable, *et al.* 2012). Adapun fungsi FTIR dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui senyawa yang terkandung dalam AgNPs yang berperan mereduksi AgNO<sub>3</sub> hingga menjadi nanopartikel perak.

## 2.9 SEM

*Scanning Electron Microscopy* (SEM) dapat digunakan untuk mengetahui morfologi permukaan bahan. Karakterisasi bahan menggunakan SEM dimanfaatkan untuk melihat struktur morfologi permukaan, ukuran butiran, dan cacat struktural (Dewi, *et al.* 2014).

SEM adalah pemindai mikroskop elektron yang menghasilkan *output* berupa gambar. Prinsip SEM adalah memfokuskan sinar energi tinggi dari elektron ke permukaan sampel, sehingga terjadi interaksi antara permukaan sampel dengan sinar elektron yang ditembakkan. Karakteristik yang ditampilkan akan berupa 3D dengan perbesaran hingga 10.000X dan resolusi 10 nm (Jerlin dan Josephine, 2017).

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Alat dan Bahan

##### 3.1.1 Alat

Alat-alat yang digunakan pada proses penelitian aktivitas antibakteri dari nanopartikel perak yang disintesis dengan ekstrak daun *Avicennia marina* adalah timbangan digital (*Mettler 360*), sendok bahan, mortal, alu, *beaker glass* 100 mL (*pyrex*), gelas ukur 100 mL (*pyrex*), kompor, panci, botol vial gelap 100 mL, corong, *whatman no. 41*, lemari pendingin, pipet volume 10 mL (*pyrex*), botol vial bening 100 mL, alat tulis, pisau.

##### 3.1.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada proses penelitian aktivitas antibakteri dari nanopartikel perak yang disintesis dengan ekstrak daun *Avicennia marina* adalah akuades, *aluminium foil*, kertas *whatman no. 41*, perak nitrat  $\text{AgNO}_3$  (*Merck*), akuabides, media MHA (*Merck*), media TSA (*Oxoid*), *Mc. farland*, NaCl, ampisilin, tali kasur, tissue, plastik wrap, kapas, kertas label, spirtus, alkohol 70%, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* dan *Bacillus cereus*.

#### 3.2 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif eksploratif. Deskriptif eksploratif merupakan metode penelitian yang digunakan untuk mendeskripsikan suatu keadaan berdasarkan tahapan penelitian yang dilakukan tanpa melakukan pengujian terhadap hipotesa tertentu, tetapi hanya menggambarkan apa adanya suatu variabel dan keadaan (Arikunto, 2002). Penelitian ini melalui tiga tahapan yaitu tahap pertama adalah ekstraksi mangrove *Avicennia marina*, tahap kedua ialah biosintesis dengan tiga konsentrasi yang

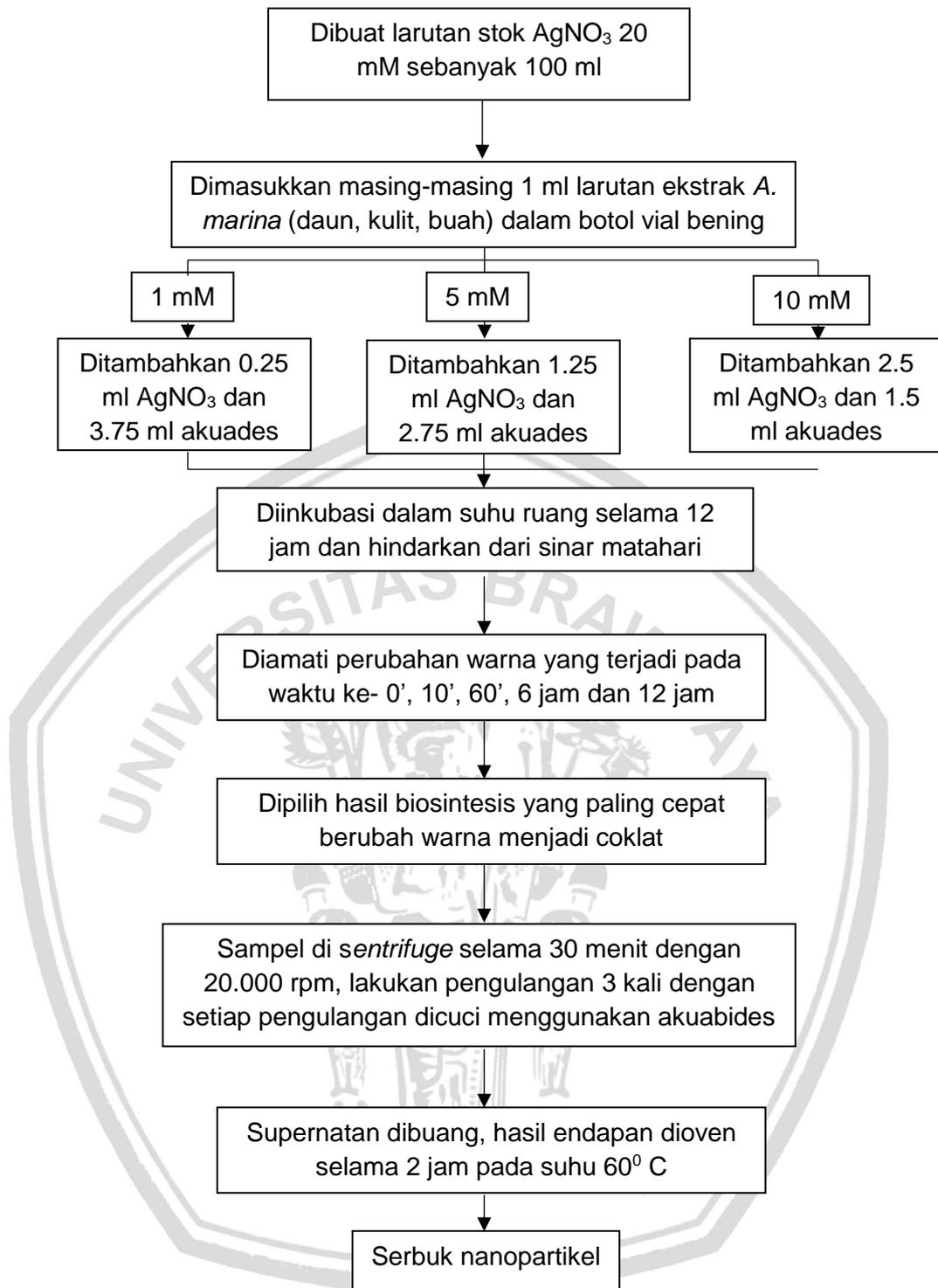
berbeda (1 mM, 5 mM dan 10 mM), serta tahap ketiga ialah uji aktivitas antibakteri dan karakterisasi meliputi (UV – Vis, FTIR dan SEM).

### 3.3 Prosedur Penelitian

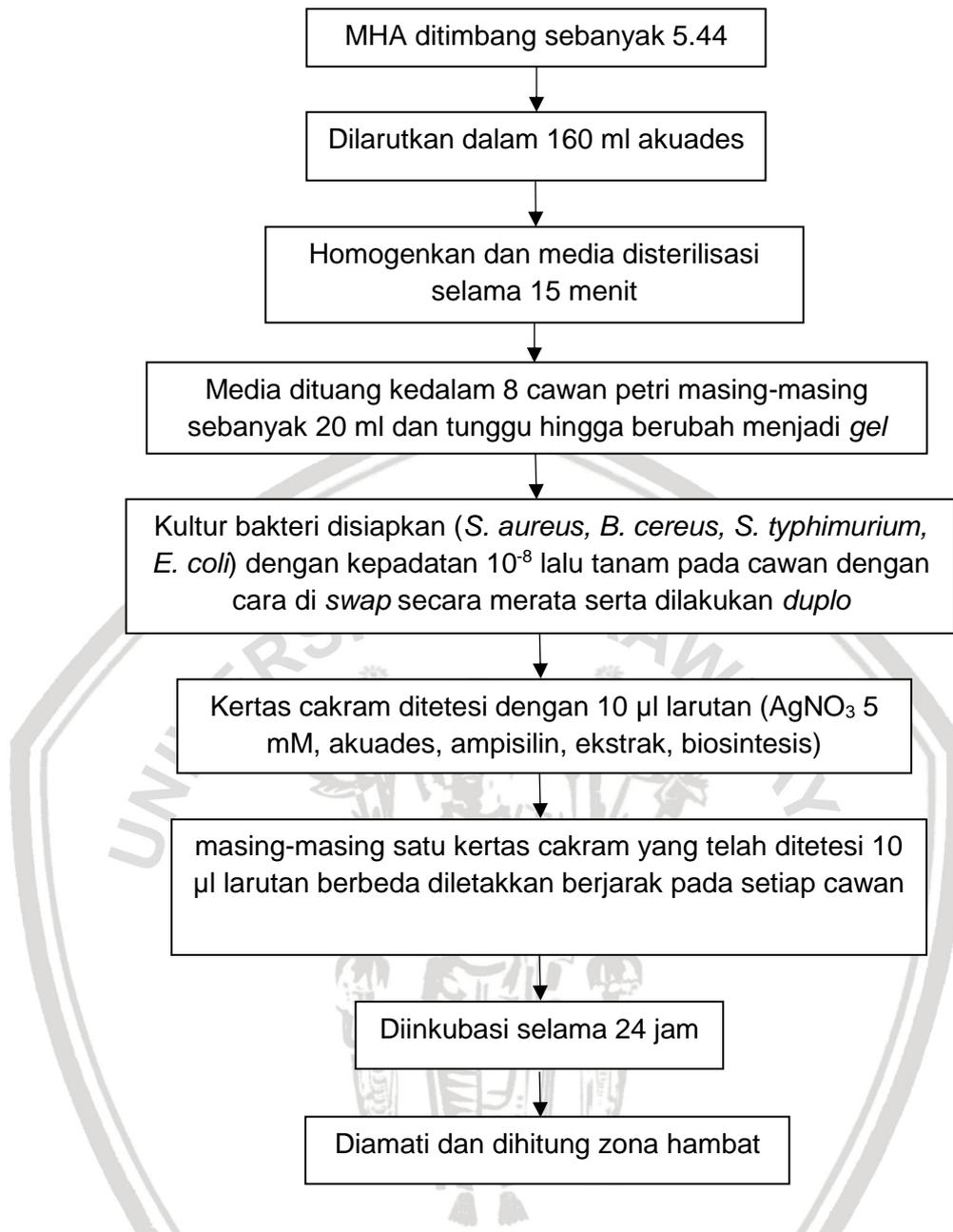
Penelitian ini melalui tiga tahapan yaitu tahap pertama adalah ekstraksi mangrove *Avicennia marina*, tahap kedua ialah biosintesis dengan tiga konsentrasi yang berbeda (1 mM, 5 mM dan 10 mM), serta tahap ketiga ialah uji aktivitas antibakteri dan karakterisasi meliputi (UV – Vis, FTIR dan SEM). Berikut adalah skema penelitian tentang biosintesis nanopartikel perak mangrove *Avicennia marina*.



**Gambar 6.** Tahap I preparasi sampel mangrove *Avicennia marina*



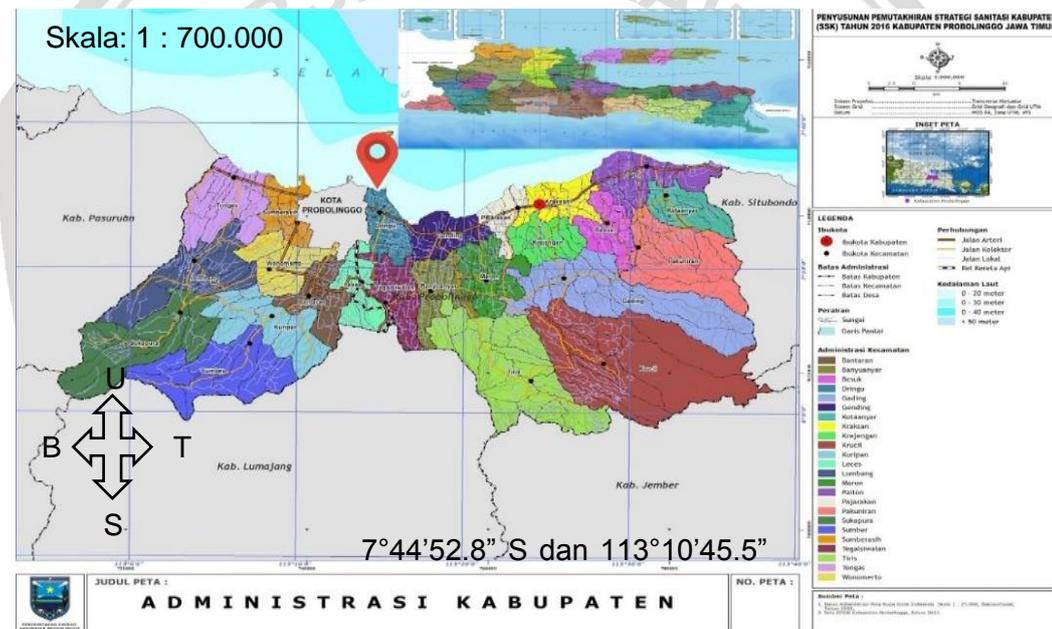
**Gambar 7.** Tahap II biosintesis AgNO<sub>3</sub> dengan tiap bagian mangrove *Avicennia marina*



**Gambar 8.** Tahap III uji antibakteri AgNPs ekstrak daun *Avicennia marina* 5 mM 10 menit

### 3.3.1 Tahap I Preparasi Sampel Mangrove Segar (Rashed, *et al.* 2017)

Tahap pertama bertujuan untuk mendapatkan hasil ekstrak mangrove *Avicennia marina*. Pengambilan sampel mangrove di Kawasan konservasi mangrove Probolinggo dilakukan dengan mengambil beberapa bagian mangrove yaitu akar, batang dan daun mangrove *Avicennia marina* dari PPI ketapang pesisir Pantai Probolinggo, Jawa Timur yang terletak pada koordinat 7°44'52.8" S dan 113°10'45.5" E. Sampel tiap bagian mangrove *A. marina* dapat dilihat pada Lampiran 1. Kemudian diberi perlakuan dengan dicuci bersih selanjutnya disimpan di suhu 4 °C. Peta tempat pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Peta lokasi pengambilan sampel

Sampel yang telah dicuci dan disimpan kemudian dilakukan ekstraksi. Langkah pertama yang dilakukan adalah menyiapkan alat dan bahan. Setiap bagian akar, buah dan daun ditimbang sebanyak 5 gram lalu dihaluskan dengan mortal alu. Bagian – bagian mangrove yang sudah halus dimasukkan kedalam *beaker glass* yang berisi 50 ml akuades dan dihomogenkan. Kemudian tutup

dengan *aluminium foil* tidak terlalu rapat agar air tidak jatuh kedalam ekstrak dan lakukan perebusan dalam air mendidih selama 5 menit. Setelah perebusan, ekstrak disaring dengan kertas *Whatman no. 41*. Hasil ekstrak dimasukkan dalam botol vial gelap tujuannya supaya terhindar dari cahaya yang menyebabkan perubahan reaksi warna pada ekstrak, lalu disimpan dalam lemari pendingin ( $4^{\circ}\text{C}$ ) dan ekstrak ini dapat bertahan hingga 7 hari kedepan untuk dilakukan biosintesis nanopartikel perak. Adapun skema tahap I, dapat dilihat pada Lampiran 2.

### 3.3.2 Tahap II Biosintesis Nanopartikel Perak (Gnanadesigan, et al. 2011)

Tahap kedua bertujuan untuk pembentukan nanopartikel perak yang disintesis menggunakan hasil tahap pertama. Pada tahap biosintesis, langkah pertama yang dilakukan yaitu pembuatan larutan stok  $\text{AgNO}_3$  20 mM sebanyak 100 ml. Timbang 0.34 gram serbuk  $\text{AgNO}_3$ , dilarutkan kedalam 100 ml akuades lalu dihomogenkan. Siapkan botol vial bening 5 ml untuk wadah biosintesis nanopartikel perak. Dibuat 3 konsentrasi  $\text{AgNO}_3$  masing masing (1 mM, 5mM dan 10 mM untuk setiap bagian mangrove (kulit, buah dan daun) dan dilakukan pengulangan 2 kali. Pada konsentrasi 1 mM, dimasukkan 1 ml ekstrak (kulit/buah/daun) ditambahkan 0.25 ml  $\text{AgNO}_3$  dan 3.75 ml akuades dan dimasukkan dalam botol vial bening 5 ml menggunakan pipet volume steril. untuk konsentrasi 5 mM, dimasukkan 1 ml ekstrak (kulit/buah/daun) ditambahkan 1.25 ml  $\text{AgNO}_3$  dan 2.75 ml akuades dan dimasukkan dalam botol vial bening 5 ml menggunakan pipet volume steril. Pada konsentrasi 10 mM dimasukkan 1 ml ekstrak (kulit/buah/daun) ditambahkan 2.5 ml  $\text{AgNO}_3$  dan 1.5 ml akuades dan dimasukkan dalam botol vial bening 5 ml menggunakan pipet volume steril. Kemudian diinkubasi dalam suhu ruang selama 12 jam serta disimpan ditempat yang cukup gelap. Diamati perubahan warna yang terjadi pada biosintesis nanopartikel perak *Avicennia marina* pada waktu (0 menit, 10 menit, 60 menit, 6

jam dan 12 jam), diambil perubahan warna yang paling cepat menjadi coklat untuk di jadikan serbuk agar mudah dilakukan karakterisasi seperti UV - Vis, FTIR, dan SEM dengan cara dilakukan *sentrifuge* dan dioven. Untuk skema pembuatan larutan stok AgNO<sub>3</sub>, pertama ditimbang serbuk AgNO<sub>3</sub> 0.34 gram, lalu dilarutksn kedalam 100 ml akuades dan diaduk hingga homogen. Rumus pembuatan konsentrasi AgNO<sub>3</sub> dapat dilihat pada table 1.

**Tabel 1.** Konsentrasi pembuatan larutan AgNPs

Konsentrasi (mM)	Ekstrak mangrove (ml)	Akuades (ml)	Larutan AgNO <sub>3</sub> (ml)	Volume total (ml)
1	1	3,75	0,25	5
5	1	2,75	1,25	5
10	1	1,5	2,5	5

### 3.3.3 Tahap III Uji Antibakteri (Wiyanto, 2010)

Pada tahap ketiga yaitu aktivitas antibakteri dari biosintesis nanopartikel perak mangrove *Avicennia marina* dilakukan dengan menggunakan bakteri gram positif yaitu *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, dan gram negatif yaitu *Salmonella thyphimurium*, *Escherichia coli*. Menggunakan metode difusi cakram *Kirby-bauer*. Proses awal yang dilakukan yaitu pembuatan media MHA dengan menimbang sebanyak 5.44 gr dalam 120 ml akuades untuk digunakan 8 cawan, dihomogenkan lalu direbus selama 15 menit dan di sterilisasi pada suhu 121°C selama 15 menit dengan tekanan 1 atm. Setelah sterilisasi, media lalu dituangkan pada cawan petri dan ditunggu hingga memadat. Isolat dari 4 bakteri dilakukan pengenceran dengan mengambil 1 ose isolat bakteri kemudian dimasukkan dalam larutan Na-Fis 0,9%, dan dicocokkan dengan standar *Mc farland* x10<sup>8</sup>. Setelah pengenceran, dilakukan penanaman pada media MHA dengan metode *swab*, *cotton swab* steril dimasukkan ke dalam larutan bakteri, ditiriskan di dinding tabung dan digoreskan ke media MHA dengan 6 kali strik. Setelah penanaman selesai,

kertas cakram diletakkan diatas media sebanyak 5 kertas yang digunakan untuk media resapan dari kontrol positif, negatif dan larutan AgNPs. Kontrol negatif (ekstrak mangrove, akuades, larutan AgNO<sub>3</sub>), kontrol positif larutan antibiotik ampisilin yang dibuat 10 mg dan dilarutkan dalam 10 ml aquades (Oroh, *et al.* 2015) dan larutan AgNPs. Kontrol positif, negatif dan larutan AgNPs diteteskan ke kertas cakram sebanyak 10 µl. Setelah selesai pemberian sampel dan kontrol, cawan ditutup dan di plastik *wrap*, dinkubasi selama 24 jam dengan suhu 35°C. Hasil yang didapat dilakukan dokumentasi dan pengukuran zona hambat dengan jangka sorong. Diameter daerah penghambatan yang terbentuk pada cawan petri, diukur dengan cara Cara mengukur zona hambat adalah dengan mengukur zona terluar dari kertas cakram sampai pada batas terluar zona hambat dengan menggunakan jangka sorong (Bachtiar, *et al.* 2012). Skema kerja tahap III pada Lampiran 5.

#### 3.3.4 Uji UV-Vis (Triyati, 1985)

Pada pengujian UV-Vis, sampel yang digunakan yaitu hasil biosintesis daun mangrove *Avicennia marina* dengan konsentrasi 1 mM, 5 mM, dan 10 mM. dilakukan uji di laboratorium analisis Fakultas MIPA jurusan KIMIA Universitas Brawijaya. Analisis UV-Vis menggunakan spektrofotometer UV-Vis Shimadzu UV-1600 dengan panjang gelombang 200-800 nm. Pengujian ini digunakan untuk mengetahui pembentukan nanopartikel perak yang terjadi dengan adanya tanda peak (puncak) pada nilai asbsorbansi.

Prosedur kerja UV-Vis yakni Hubungkan Spektrofotometer ke sumber arus. dinyalakan spektrofotometer dengan menekan tombol *ON* pada *main* spektrofotometer. Tampilan program akan muncul dan memberitahukan bahwa proses inisiasi sedang berlangsung, tunggu hingga proses selesai ditandai dengan

munculnya warna hijau dan tertulis status *ready*. Biarkan selama 15 menit untuk pemanasan, setelah itu spektrofotometer siap digunakan. Atur panjang gelombangnya. Setelah itu spektrofotometer siap digunakan untuk pengukuran serapan sampel pada panjang gelombang tertentu. Kuvet dimasukkan setelah dilap dengan kertas tissue. Sisi kuvet yang terang menghadap lubang cahaya dari spectrophotometer. Setelah selesai bekerja, kuvet dikeluarkan dan dibersihkan dari pelarutnya kemudian dikeringkan. Spektrofotometer dimatikan dengan mengklik tombol *OFF* pada *main* unit spektrofotometer (Triyati, 1985). Skema uji UV-Vis dapat dilihat pada Lampiran 6.

### 3.3.5 Uji FTIR (Sulistyani dan Nuril, 2017)

Pada pengujian FTIR, sampel yang digunakan yaitu serbuk nanopartikel ekstrak 5 mM daun mangrove *Avicennia marina* yang telah diberi perlakuan dengan sentrifus dan pengeringan. Spektrum yang dihasilkan dianalisis menggunakan perangkat lunak FTIR dan dilakukan di laboratorium analisis Fakultas MIPA jurusan KIMIA Universitas Brawijaya. Analisis FTIR dilakukan menggunakan FTIR spektrofotometer 8400S/Shimadzu.

Prosedur kerja dari FTIR yaitu dinyalakan alat instrumen FTIR dengan menekan tombol *on/off*. Dibuka *software* FTIR yang tersedia pada komputer. Klik kiri opsi "*Measure*" kemudian pilih "*Measurement*" lalu "*initialize*". Ditunggu hingga muncul tiga *icon* status berwarna hijau pada sebelah kanan layar. Perangkat FTIR siap untuk digunakan. Dipasang alat DRS-8000A. Jika telah dipasang, maka akan muncul satu *square icon* hijau bertuliskan DRS-8000 bersamaan dengan tiga *square icon* lainnya. Diuji BKG dengan menggunakan KBr dengan menggerus sepotong kecil bongkahan KBr. Digunakan alat mortar yang telah tersedia. dimasukkan serbuk KBr ke dalam lubang silinder yang terdapat pada bagian tengah

wadah berbentuk mur. Lalu tempatkan wadah tersebut pada alat DRS, posisikan agar sinar IR tepat mengenai bagian tengah wadah. Lakukan pengoperasian pada komputer. Diuji sampel dengan mencampurkan serbuk sampel dan KBr. Dimasukan ke dalam wadah. Jumlah sampel sekitar 5%-10% dibanding jumlah KBr. Dilakukan pengoperasian pada komputer dengan cara yang sama. Jika spektrum yang dihasilkan relatif pendek berarti sampel yang tercampur sedikit sedangkan jika spektrum yang dihasilkan relatif panjang berarti sampel yang tercampur banyak (Sulistiyani dan Nuril, 2017). Skema uji FTIR dapat dilihat pada Lampiran 7.

### 3.3.6 Uji SEM (Julinawati, et al. 2015)

Pengujian SEM dilakukan di laboratorium sentral mineral dan material maju Universitas Negeri Malang. Pengujian SEM dilakukan menggunakan alat SEM *FEI Inspect S50*. Sampel ditempelkan pada tempat sampel yang sudah dilekatkan *carbon tape*, sisa sampel yang tidak melekat dibersihkan pada *carbon tape*. Kemudian dimasukkan kedalam *holder* sampel SEM. Alat SEM-EDX memiliki dua monitor. Sistem kerja alat ini adalah dengan sistem vakum, Sebelum proses analisis berlangsung, penghilangan molekul udara didalam alat dilakukan dengan menutup gas. Penghilangan molekul udara menjadi sangat penting karena jika ada molekul udara yang lain, elektron yang berjalan menuju sasaran akan terpecah oleh tumbukan sebelum mengenai sasaran, ini disebabkan karena elektron sangat kecil dan ringan. Didalam alat ini terdapat sebuah pistol elektron yang memproduksi sinar elektron dan dipercepat dengan anoda, kemudian lensa magnetik memfokuskan elektron menuju ke sampel dan sinar elektron yang terfokus memindai keseluruhan sampel dengan diarahkan oleh koil pemindai. Atur kamera sehingga memperlihatkan permukaan sampel, kemudian diatur kecerahan dan perbesaran serta fokus pada sampel. Pada monitor SEM, diatur *spot size* dan

di *Collect* pada minotor EDX. Ketika sinar elektron mengenai sampel maka sampel akan mengeluarkan elektron baru yang akan diterima oleh detektor dan akan terbaca ke monitor. Hasil akan diperoleh dalam bentuk gambar permukaan sampel pada SEM dan bentuk grafik atau diagram pada EDX yang menunjukkan persentase unsur-unsur dari sampel yang dianalisa. Skema uji SEM dapat dilihat pada Lampiran 8.



## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Biosintesis AgNPs

#### 4.1.1 Hasil Biosintesis Ekstrak Mangrove *Avicennia marina*

Biosintesis ekstrak *Avicennia marina* dilakukan untuk mengetahui terbentuknya nanopartikel perak. Terbentuknya nanopartikel perak dapat diketahui dari perubahan warna larutan (Bhaksi, *et al.* 2014). Ekstrak yang dibiosintesis merupakan bagian daun, buah dan kulit mangrove *Avicennia marina*. Hasil biosintesis dapat dilihat pada Tabel 2,3 dan 4:

**Tabel 2.** Hasil biosintesis konsentrasi 1 mM

Bagian	Konsentrasi 1 Mm					
	Ekstrak	0 menit	10 menit	60 menit	6 jam	12 jam
Buah	Kuning	Bening	Bening	Bening	Bening	Bening
Daun	Kuning	Bening	Kuning	Kuning	Kuning	Kuning
Kulit	Kuning	Bening	Abu abu bening	Abu abu bening	Bening	Bening

**Tabel 3.** Hasil biosintesis konsentrasi 5 mM

Bagian	Konsentrasi 5 mM					
	Ekstrak	0 menit	10 menit	60 menit	6 jam	12 jam
Buah	Kuning	Kuning	Abu abu bening	Hijau kecoklatan	Bening kecoklatan	Hijau kecoklatan
Daun	Kuning	Kuning	Kuning kecoklatan	Kuning kecoklatan	Coklat	Coklat pekat
Kulit	Kuning	Kuning	Abu abu bening	Abu abu kecoklatan	Coklat	Hijau kecoklatan

**Tabel 4.** Hasil biosintesis konsentrasi 10 mM

Bagian	Konsentrasi 10 mM					
	Ekstrak	0 menit	10 menit	60 menit	6 jam	12 jam
Buah	Kuning	Abu abu	Abu abu	Hijau kecoklatan	Hijau kecoklatan	Hijau kecoklatan
Daun	Kuning	Abu abu	Abu abu	Kuning kecoklatan	Coklat pekat	Coklat pekat
Kulit	Kuning	Abu abu	Abu abu	Abu abu	Kuning kehijauan	Hijau pekat

Biosintesis konsentrasi 1 mM, 5 mM dan 10 mM AgNO<sub>3</sub> dengan pereduksi ekstrak bagian daun, kulit dan buah mangrove *Avicennia marina* menunjukkan perubahan warna yang beragam. Warna awal daripada masing-masing ekstrak bagian mangrove adalah kuning. Setelah direaksikan dengan beberapa konsentrasi AgNO<sub>3</sub> (1 mM, 5 mM, dan 10 mM) serta diberikan waktu reaksi hingga 12 jam, perubahan warna dari awalnya berwarna kuning menjadi coklat mulai terlihat. Untuk mengetahui apakah AgNO<sub>3</sub> telah tereduksi oleh ekstrak bagian mangrove kulit, buah ataupun daun dan membentuk AgNPs yaitu dengan cara melihat perubahan warna dari awalnya berwarna kuning menjadi awal kecoklatan (Bakshi, *et al.* 2015).

Pada konsentrasi 1 mM, ekstrak seluruh bagian mangrove tidak mengindikasikan pembentukan AgNPs. Hal ini dikarenakan, konsentrasi biosintesis yang digunakan terlalu rendah. Pembentukan nanopartikel perak (AgNPs) ditandai dengan perubahan warna menjadi kecoklatan (Gnanadesigan, *et al.* 2011). Perubahan warna yang terjadi dapat dilihat pada lampiran 10, 11 dan 12.

Pada konsentrasi 5 mM, ekstrak bagian buah dan kulit terjadi pembentukan AgNPs, tetapi sedikit lebih lama dibandingkan bagian daun. Hal ini dikarenakan, senyawa metabolit sekunder daun *A. marina* lebih cepat mereduksi ion Ag<sup>+</sup>. Senyawa metabolit sekunder pada daun *A. marina* antara lain tanin, flavonoi, alkaloid, fenolik dan glikosida (Willian, 2018). Perubahan warna yang terjadi dapat dilihat pada lampiran 10, 11 dan 12.

Pada konsentrasi 10 mM, ekstrak seluruh bagian mangrove telah berubah ukuran menjadi makro. Hal ini ditandai dengan terbentuknya endapan pada ekstrak. Irwan, *et al.* (2016) menyatakan bahwa, ketidakstabilan AgNPs terlihat pada warna koloid yang berubah dari kuning menjadi hijau lumut disertai dengan

munculnya endapan di dasar wadah penyimpanan. Reaksi ini dipengaruhi oleh konsentrasi  $\text{AgNO}_3$  yang tinggi. Perubahan warna yang terjadi dapat dilihat pada lampiran 10, 11 dan 12.

Menurut Bakshi, *et al.* (2015), perubahan warna akan semakin pekat sebanding dengan tingginya konsentrasi yang digunakan. Warna yang pekat juga menandakan nanopartikel berubah ukuran menjadi makro tetapi mengenai standarisasi kepekatan warna AgNPs perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

#### 4.1.2 Hasil Biosintesis Nanopartikel Perak Terbaik

Proses biosintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak daun mangrove *Avicennia marina* dengan waktu reaksi 10 menit pada konsentrasi 5 mM telah mengalami perubahan warna dari kuning hingga coklat gelap seperti pada Gambar 8. Perubahan warna koloid pada pembentukan AgNPs disebabkan oleh proses reaksi oksidasi reduksi oleh senyawa organik yang terdapat pada ekstrak daun mangrove *A. marina* seperti senyawa fenolik dan polifenol. Hal ini sesuai dengan Bunghez, *et al.* (2012), yang menyatakan bahwa ion  $\text{Ag}^+$  direduksi menggunakan senyawa pada ekstrak tanaman. Perubahan warna yang terbentuk merupakan proses sintesis nanopartikel perak yang berasal dari senyawa organik yang teroksidasi. Proses perubahan warna tersebut sesuai dengan Bakshi, *et al.* (2015), yang menyatakan bahwa perubahan warna dari pencampuran larutan  $\text{AgNO}_3$  dengan ekstrak dari warna kuning menjadi warna kecokelatan dapat diidentifikasi telah terjadi pembentukan AgNPs di dalam larutan.



**Gambar 8.** Hasil biosintesis  $\text{AgNO}_3$  oleh ekstrak daun mangrove *Avicennia marina* (A. Ekstrak daun mangrove *Avicennia marina*, B. Biosintesis waktu 0 menit, C. Biosintesis waktu 10 menit, D. Biosintesis waktu 1 jam, E. Biosintesis waktu 6 jam, F. Biosintesis waktu 12 jam).

#### 4.2 Analisa UV – Vis

Pengujian UV-Vis dilakukan untuk mengetahui indikasi terbentuknya nanopartikel. UV-Vis akan membentuk pita-pita serapan *surface Plasmon resonance* (SPR) pada senyawa AgNPs yang di uji (Irwan, *et al.* 2016). Berikut ini adalah hasil UV-Vis AgNPs ekstrak daun *A. marina* pada tiga konsentrasi yang berbeda:

**Tabel 5.** Puncak absorbansi UV-Vis AgNPs daun *Avicennia marina*

1 mM		5 mM		10 mM	
$\lambda$ (nm)	Abs.	$\lambda$ (nm)	Abs.	$\lambda$ (nm)	Abs.
340 nm	3.612	405 nm	3.825	450 nm	4.000

Sampel di pindai pada panjang gelombang 200 – 800 nm dan diperoleh puncak absorbansi pada panjang gelombang 340 nm, 405 nm dan 450 nm. Pembentukan nanopartikel perak pada penelitian ini dapat diserap pada panjang gelombang 405 nm dan 450 nm.

Menurut Sankar dan Abideen (2015), nanopartikel perak dari ekstrak mangrove *Avicennia marina* terbaca pada panjang gelombang 400 – 450 nm. Menurut Putri (2015), semakin tinggi konsentrasi larutan akan meningkatkan puncak absorbansi. Hasil uji UV-Vis konsentrasi 5 mM sudah mencakup *range* (400 – 450 nm), ini menandakan bahwa nanopartikel perak telah terbentuk. AgNPs juga terbentuk pada konsentrasi 10 mM, tetapi jika dilihat dari kenampakan warna yang pekat dan terbentuknya endapan, berarti beberapa nanopartikel sudah mulai berubah menjadi makro (Irwan, *et al.* 2016), meskipun standar kepekatan warna larutan nanopartikel perak perlu diteliti lebih lanjut. Oleh karena itu pengujian UV-Vis dilakukan guna mengetahui apakah nanopartikel perak sudah benar benar terbentuk atau tidak (gnanadesigan, *et al.* 2011).

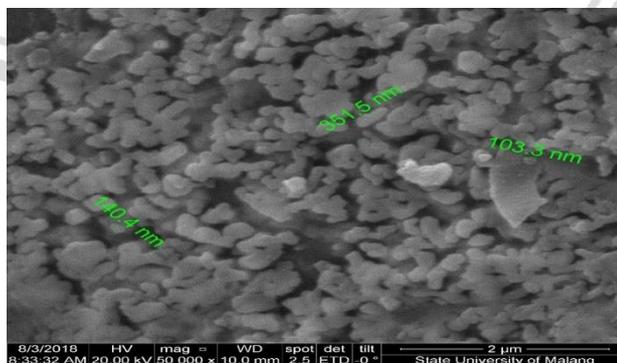
#### 4.3 Analisis Hasil FTIR

FTIR digunakan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat pada AgNPs ekstrak *Avicennia marina* (Jerlin dan Josephine, 2017). Hasil dari spektrum FTIR menunjukkan puncak antara lain pada sebaran 536.94, 862.88, 951.6, 1426.06, 1508.99, 1644, 1744.29 dan 3437.68. Gugus fungsi tersebut antara lain alkana, cincin aromatik, alkena, asam karboksilat dan amina. Hasil FTIR dapat dilihat pada Lampiran 14.

Dalam penelitian terdahulu oleh Abdi, *et al.* (2012), pembacaan FTIR pada rentang frekuensi 400-4.000  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan beberapa kelompok gugus fungsional, antara lain kelompok amina, cincin aromatik, alkane, alkena dan alkohol. Begitu pula oleh penelitian Sankaar dan Abidin, (2012), FTIR menunjukkan kelompok gugus fungsional seperti amina, alkane dan alkohol. Gugus fungsional tersebut dapat mereduksi AgNPs (Gnanadesigan, *et al.* 2011).

#### 4.4 Analisa Hasil SEM

Pengujian sampel hasil biosintesis AgNPs dengan ekstrak daun mangrove *Avicennia marina* dikarakterisasi dengan Scanning Electron Microscopy untuk mengetahui gambar struktur morfologi permukaan dari hasil biosintesis selama 10 menit dengan konsentrasi  $\text{AgNO}_3$  5 mM. Ukuran dari sampel yang diujikan kurang lebih berkisar 100-350 nm. Hasil SEM AgNPs dapat dilihat pada Gambar 9.

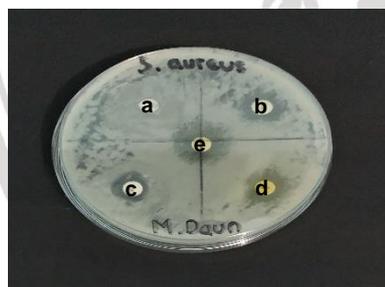


**Gambar 9.** Hasil SEM AgNPs ekstrak daun *A. marina* 5 mM perbesaran 50.000X

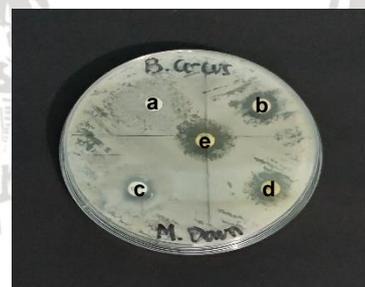
Ukuran sampel hasil pengujian SEM ini masuk *range* pada penelitian Bakshi, *et al.* (2015), dimana ukuran nanopartikel perak *Avicennia marina* kurang dari 110 nm. Sedangkan menurut penelitian Christian, *et al.* (2008) *range* nanopartikel yaitu antara 10-350 nm. Terdapat hubungan antara ukuran nanopartikel dengan kekuatan aktivitas antibakteri. Semakin kecil ukuran partikel maka semakin besar efek antimikroba, artinya kemampuan partikel untuk masuk kedalam sel bakteri dan merusak DNA semakin baik (Yasmin dan Herdiyati, 2016).

#### 4.5 Analisa Hasil Uji Antibakteri

Pengujian aktivitas antibakteri dilakukan secara kualitatif yang mengacu pada penelitian Wiyanto (2010). Uji kualitatif dilakukan dengan cara merendam kertas cakram kedalam koloid nanopartikel perak, ditempel pada permukaan agar yang telah ditumbuhkan bakteri uji, lalu diamati zona hambatnya. Agar yang telah ditempel kertas cakram, kemudian diinkubasi selama 24 jam pada temperatur 37 °C. Kontrol negatif yang digunakan adalah akuades sedangkan kontrol positif adalah ampisilin 10 mg/10 ml. Hasil uji antibakteri dapat dilihat pada Gambar 10.



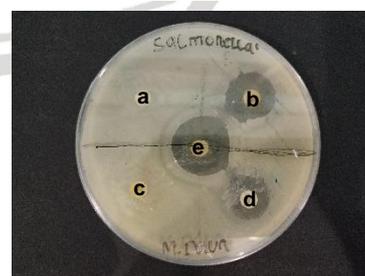
*S. aureus*



*B. cereus*

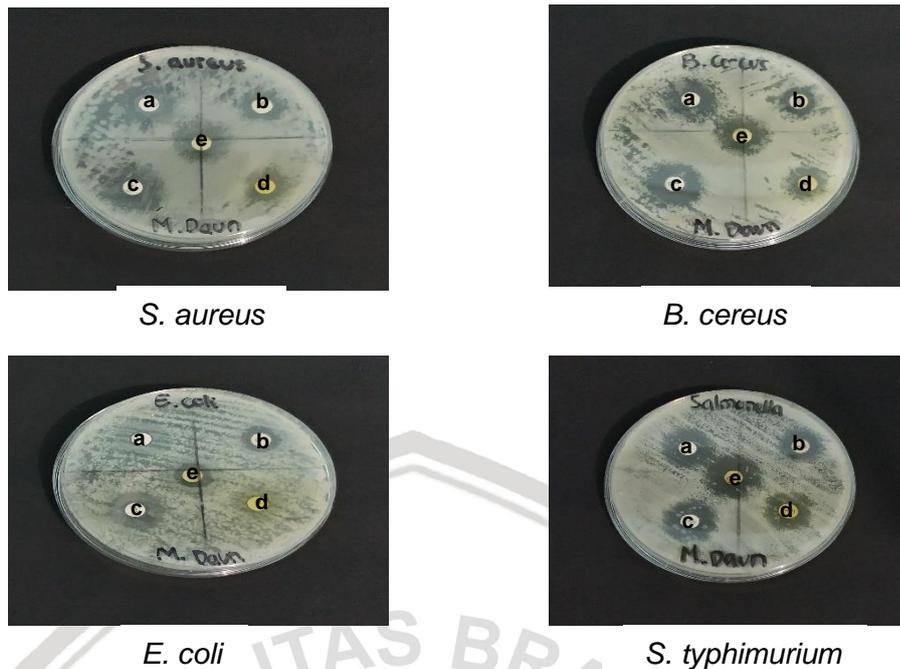


*E. coli*



*S. typhimurium*

**Gambar 10.** Zona hambat ulangan I (a. akuades, b. AgNO<sub>3</sub>, c. ekstrak daun *Avicennia marina*, d. ampisilin dan e. AgNPs)



**Gambar 11.** Zona hambat ulangan II (a. akuades, b. AgNO<sub>3</sub>, c. ekstrak daun *Avicennia marina*, d. ampisilin dan e. AgNPs)

**Tabel 6.** Zona hambat ulangan 1

Bakteri	Zona Hambat (mm)				
	Akuades	AgNO <sub>3</sub>	Ekstrak	Ampisilin	AgNPs
<i>S. aureus</i>	-	13.05	11.05	12.05	16.05
<i>B. cereus</i>	-	12.05	10.05	13.05	16.05
<i>E. coli</i>	-	18.05	-	16.05	17.05
<i>S. typhimurium</i>	-	18.25	-	16.25	22.05

**Tabel 7.** Zona hambat ulangan 2

Bakteri	Zona Hambat (mm)				
	Akuades	AgNO <sub>3</sub>	Ekstrak	Ampisilin	AgNPs
<i>S. aureus</i>	13.05	13.05	15.05	12.05	16.05
<i>B. cereus</i>	12.05	12.05	15.05	12.05	16.05
<i>E. coli</i>	-	13.05	16.05	12.05	15.05
<i>S. typhimurium</i>	15.05	16.25	17.05	16.25	20.05

Zona hambat AgNPs ekstrak mangrove *Avicennia marina* konsentrasi 5 mM pada ulangan I menghasilkan ukuran zona hambat terhadap bakteri gram positif yaitu *S. aureus* dan *B. cereus* sebesar 16.05 mm. Sedangkan pada bakteri gram negatif yaitu *E. coli* dan *S. typhimurium* sebesar 17.05 dan 22.05 mm. Pada ulangan II, zona hambat yang dihasilkan AgNPs terhadap bakteri gram positif yaitu *S. aureus* dan *B. cereus* sebesar 16.05 mm. Sedangkan pada bakteri gram negatif yaitu *E. coli* dan *S. typhimurium* sebesar 15.05 dan 20.05 mm.

Kontrol negatif yang digunakan adalah akuades. Wangkanusa, *et al.* (2016), mengatakan bahwa akuades dapat digunakan sebagai kontrol negatif untuk uji antibakteri. Pada ulangan I control negative tidak menunjukkan sama sekali zona hambat terhadap bakteri uji. Sedangkan pada ulangan II, terlihat akuades memiliki zona hambat diasumsikan karena *human error* / kontam saat penelitian.

Kontrol positif yang digunakan adalah ampisilin. Ji, *et al.* (2016), ampisilin dapat digunakan sebagai kontrol positif untuk pengujian antibakteri. Pada ulangan I maupun ulangan II ampisilin memiliki zona hambat terhadap bakteri uji. Ampisilin bekerja dengan cara menghambat pembentukan mukopeptida yang diperlukan untuk sintesis dinding sel mikroba (Upa, *et al.* 2017).

Baik ulangan I maupun ulangan II, aktivitas penghambatan bakteri oleh AgNPs ekstrak mangrove *Avicennia marina* tergolong kuat. Menurut Oroh, *et al.* (2015), diameter penghambatan antara 10-20 mm termasuk kategori kuat. Larutan AgNPs ekstrak daun *A. marina* memiliki zona hambat yang kuat terhadap bakteri uji, positif maupun negatif.

Daya hambat ekstrak daun mangrove *Avicennia marina* ulangan I terhadap bakteri gram positif, yakni pada *Bacillus cereus* dan *Staphylococcus aureus* sebesar 11.05 dan 10.05 mm. Sedangkan pada ulangan II terhadap *Bacillus*

*cereus* dan *Staphylococcus aureus* sebesar 15.05 mm. Untuk bakteri *E. coli* dan *S. typhimurium* didapatkan hasil zona hambat ekstrak sebesar 16.05 mm dan 17.05 mm. Menurut penelitian Ananthavalli dan Karpagam, (2017), penghambatan ekstrak daun *Avicennia marina* terhadap *Staphylococcus aureus* menunjukkan hasil rata-rata diameter zona hambat sebesar 10-13 mm. Menurut penelitian terdahulu oleh Jerlin, *et al.* (2017), ekstrak daun dari mangrove *Avicennia marina* sudah memiliki aktivitas penghambatan terhadap bakteri. Selain itu senyawa bioaktif seperti fenolik yang terkandung dalam ekstrak daun *Avicennia marina* mampu mereduksi  $\text{AgNO}_3$  (Devi, *et al.* 2014). Oleh karena ekstrak daun mangrove *Avicennia marina* mampu mereduksi  $\text{AgNO}_3$ , maka partikel  $\text{AgNO}_3$  yang awalnya berukuran besar setelah direduksi akan berubah menjadi kecil atau nanopartikel.

Aktivitas antibakteri yang dihasilkan oleh AgNPs lebih efektif terhadap bakteri gram negatif. Terbukti pada AgNPs dalam bakteri uji *S. typhimurium* menghasilkan zona hambat paling besar. Hal ini dikarenakan bakteri gram negatif memiliki lapisan peptidoglikan yang tipis daripada bakteri gram positif (Antony, *et al.* 2011). Ketika AgNPs berhasil masuk ke dalam sel bakteri, maka AgNPs akan melepaskan ion  $\text{Ag}^+$  dan menghambat pertumbuhan bakteri (Li, *et al.* 2008).

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari penelitian mengenai biosintesis ekstrak daun mangrove *Avicennia marina* maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Ekstrak daun mangrove *Avicennia marina* mampu membentuk nanopartikel perak (AgNPs) dengan terjadinya perubahan warna dari kuning hingga kecokelatan dengan waktu reaksi 10 menit pada konsentrasi 5 mM.
2. Nanopartikel perak (AgNPs) ekstrak bagian daun mangrove *Avicennia marina* dengan waktu reaksi 10 menit konsentrasi 5 mM memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *S. aureus* sebesar 16.05 mm, *B. cereus* sebesar 16.05 mm (ulangan I dan II), *E. coli* sebesar 17.05 mm (ulangan I) , 15.05 (ulangan II) dan *S. typhimurium* sebesar 22.05 mm (Ulangan I), 20.05 (ulangan II).

### 5.2 Saran

Sebaiknya dilakukan pengujian fitokimia untuk mengetahui senyawa metabolit sekunder dan uji XRD untuk mengetahui bentuk nanopartikel perak daun *Avicennia marina*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdi, V., I. Surinejad., M. Yousefzadi dan Z. Ghasemi. 2018. Mangrove-Mediated Synthesis of Silver Nanoparticles Using Native *Avicennia marina* Plant Extract From Southern Iran. **1** (1): 1-8.
- Abdullah, M., Y. Virgus dan Khairulrijal. 2008. Review : Sintesis Nanomaterial. *Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi*. **1** (2): 33-57.
- Ananthavalli, M dan S. Karpagam. 2017. Antibacterial Activity and Phytochemical Content of *Avicennia marina* Collected from Polluted and Unpolluted Site. *Journal of Medicinal Plants Studies*. **5** (3): 47-49.
- Antony, J. J., P. Sivalingam., D. Siva., S. Kamalakkannan., K. Anbarasu., R. Sukirtha., M. Krishnan., S. Achiraman. 2011. Comparative Evaluation of Antibacterial Activity of Silver Nanoparticles Synthesized Using *Rhizophora apiculata* and Glucose. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. **88**: 134-140.
- Arikunto, S. 2002. Metodologi Penelitian. PT. Rineka Cipta : Jakarta.
- Arole, V. M dan M. S. Vikram. 2014. Fabrication of Nanomaterials by Top-Down and Bottom-Up Approaches an Overview. *JAAST*. **1** (2): 89-93.
- Bachtiar, S. C., W. Tjahjaningsih dan N. Sianita. 2012. Pengaruh Ekstrak Alga Cokelat (*sargassum* sp.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli*. *Journal of Marine and Coastal Science*. **1** (1): 53-60.
- Bhaksi, M., S. Ghosh dan P. Chaudhuri. 2015. Green Synthesis, Characterization and Antimicrobial Potential of Silver Nanoparticles Using Three Mangrove Plants from Indian Sundarban. *Bionanosci*. **5** (3): 162-170.
- Bughez, I. R., M. E. B. Patrascu., N. Badea., S. M. Doncea., A. Popescu., R. M. Ion. 2012. Antioxidant Silver Nanoparticles Green Synthesized Using Ornamental Plants. *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials*. **14** (11): 1016-1022.
- Devi, R. K. B., S. H. N. Krima. R. Widyapoor dan B. C. Haren. 2014. Green Synthesis, Characterization and Antimicrobial Properties of Silver Nanowires by Aqueous Leaf Extract of Piper betle. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*. **26** (1): 309-313.
- Dewi, R., Krisman, Khaironiati dan Fauziana. 2014. Karakterisasi Mikrostruktur Material Feroelektrik Ba<sub>0.8</sub>Sr<sub>0.2</sub>TiO<sub>3</sub> (BST) dengan Variasi Suhu Annealing. *Jurnal Fisika Indonesia*. **18** (53): 70-72.
- Duke, N., K. Khajrudin., S. Iliana., F. E. Soreano., P. J. Rataport., S. Siregar., M. Tierieson., E. Jeremih., K. N. Erick., Wang., P. Jean., J. E. Orah., W. H. Y. Jee dan N. Nam. 2010. *Avicennia marina*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2010*.

- Franci, G., A. Falangga., S. Galdiero., L. Palomba., M. Rai., G. Morelli dan M. GGaldiero. 2015. Silver Nanoparticles as Potential Antibacterial Agents. *Journal of MDPI*. **20** (5): 8856-8874.
- Gnanadesigan, G., M. Anand., S. Ravikumar., M. Maruthupandy., M. Ali., M. Vijayakumar dan A. Kumaraguru. 2011. Antibacterial Potential of Biosynthesised Silver Nanoparticles Using *Avicennia marina* Mangrove Plant. *Nanosci*. **2**: 143-147.
- Halidah. 2014. *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh Jenis Mangrove Yang Kaya Manfaat. *Jurnal Info Teknis Eboni*. **11** (1): 37-44.
- Haryono, A dan S. B. Harmami. 2010. Aplikasi Nanopartikel Perak pada Serat Katun sebagai Produk Jadi Tekstil Antimikroba. *Jurnal Kimia Indonesia*. **5** (1): 1-6.
- Irwan, R., M. Zakir dan P. Budi. 2016. Effect of AgNO<sub>3</sub> Concentration and Synthesis Temperature on Surface Plasmon Resonance (Spr) of Silver Nanoparticles. *Ind. J. Chem. Res*. **4** (1): 356-361.
- Jerlin, B dan J. M. Beula. 2017. Biosynthesis of Silver Nanoparticles From The Mangrove *Avicennia Marina* And Its Applications. *International Journal of Development Research*. **7** (11): 16895-16905.
- Johannes, E., S., Suhadiyah dan A. I. Latunra. 2017. Bioaktivitas Ekstrak Daun *Avicennia Marina* Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus Aureus*. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*. **8** (15): 38-41.
- Julinawati., Marlina., R. Nasution dan Sheilatina. 2015. Applying SEM-EDX Techniques To Identifying The Types of Mineral of Jades (Giok) Takengon, Aceh. *Jurnal Natural*. **15** (2): 44-48.
- Lembang, E. Y., Maming dan M. Zakir. 2014. Sintesis Nanopartikel Perak Dengan Metode Reduksi Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Ketapang (*Terminalia catappa*). *Kimia*. 1-11.
- Li, Q., S. Mahendra., D. Y. Lyon., L. Brunet., M. V. Liga., D. Li dan P. J. J. Alvarez. 2008. Antimicrobial Nanomaterials for Water Disinfection and Microbial Control: Potential Applications and Implications. *Water Res*. **42** (1): 4591–4602.
- Mukti, K. 2013. Analisis Spektroskopi Uv-vis “Penentuan Konsentrasi Permanganat (KMnO<sub>4</sub>)”. Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Neldawati, R dan Gusnedi. 2013. Analisis Nilai Absorbansi dalam Penentuan Kadar Flavonoid untuk Berbagai Jenis Daun Tanaman Obat. *Pillar of Physics*. **2** (1): 76-83.
- Okafor, F., A. Janen., T. Kukhtavera., V. Edwards., M. Curley. 2013. Green Synthesis of Silver Nanoparticles, Their Characterization, Application and Antibacterial Activity. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. **10** : 5221-5238.

- Oroh, S. B., F. E. F. Kandon., J. Pelcalu., D. Pandiangan. 2015. Uji Daya Hambat Ekstrak Metanol *Selaginella deliculata* dan *Diplazium dilatatum* Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Ilmiah Sains*. **15** (1) : 52-58.
- Prabhu, V. V dan Guruvayoorappan, C. 2012. Phytochemical Screening of Methanolic Extract of Mangrove *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh. *Der Pharmacia Sinica*. **3** (1): 64-70.
- Purnomo, S. R., N. N. Rupiasih. dan M. Sumadiyasa. 2017. Studi Sintesis Nanopartikel Perak Dengan Metode Biologi Menggunakan Tanaman Sambiloto (*Andrographis paniculata* ness). *Buletin Fisika*. **18** (1): 6-11.
- Ram, M. K., A. Silvana dan D. Hamming. 2011. Nanotechnology For Environment Decontamination. *Mc Graw Hill*. 326 hlm.
- Rasheed, T., M. Bariq., H. M. N. Irene dan L. Chuanlong. 2017. Green Biosynthesis of Silver Nanoparticles Using Leaves Extract of *Artemisia vulgaris* And Their Potential Biomedical Applications. *Elsevier*. 158: 408-415.
- Sable, N., S. Gaikwad., S. Bonde., A. Gade. dan M. Rai. 2012. Phytofabrication of Silver Nanoparticles By Using Aquatic Plant *Hydrilla verticillata*. *Nusantara Bioscience*. **4** (2): 45-49.
- Sankar, M. V. dan S. Abideen. 2015. Pesticidal Effect of Green Synthesized Silver And Lead Nanoparticles Using *Avicennia marina* Against Grain Storage Pest *Sitophilus oryzae*. *International Journal of Nanomaterials and Biostructures*. **5** (3): 32-39.
- Siddiqi, K. S., A. Husein dan R. A. K. Rau. 2018. A Review on Biosynthesis of Silver Nanoparticles and Their Biocidal Properties. *Journal of Nanobiotechnology*. **16** (14): 1-28.
- Sintubin, L., B. D. Gusemme., P. V. D. Meeren., B. F. G. Pyhcke., W. Verstraete dan Boon. 2011. The Antibacterial Activity of Biogenic Silver and Its Mode of Action. *Applied Microbiology Biotechnology*. **8** (4):741-749.
- Sulistiyani, M dan N. Huda. 2017. Optimasi Pengukuran Spektrum Vibrasi Sampel Protein Menggunakan Spektrofotometer *Fourier Transform Infrared* (FT-IR). *Indonesian Journal of Chemical Science*. **6** (2): 173-180.
- Triyati, E. 1985. Spektrofotometer Ultra-violet dan Sinar Tampak Serta Aplikasinya Dalam Oseanologi. *Oseana*. **10** (1): 39-47.
- Vithiya, K dan Sen. 2011. Biosynthesis of Nanoparticles. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. **2** (11): 2781-2785.
- Wahyudi, T., D. Sugiyana dan Q. Helmy. 2011. Sintesis Nanopartikel Perak dan Uji Aktivitasnya terhadap Bakteri *E.Coli* dan *S.Aureus*. *Arena Tekstil*. **26** (1): 1-6.

- Willian, N. 2018. Marine Bio-Nanotechnology Silver (AgNps) of Mangrove Extract and Its Application: A Review. *Jurnal Zarah*. **6** (1): 13-20.
- Wiyanto, D. B. 2010. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Rumpun Laut *Kappaphycus alvarezii* dan *Eucaema denticullatum* Terhadap Bakteri *Aeromonas hydrophila* dan *Vibrio harveyi*. *Jurnal Kelautan*. **3** (1): 1-17.
- Yasmin, U dan Y. Herdiyati. 2016. Nano Silver Fluoride (NSF) as Material Choice for Caries Prevention In Children. *Jurnal PIN IKGA*. **1** (1): 301-305.
- Zhang, X. F., Z. G. Liu., W. Shen dan S. Gurunathan. 2016. Silver Nanoparticles: Synthesis, Characterization, Properties, Applications, and Therapeutic Approaches. *International Journal of Molecular Sciences*. **17** (1534):1-34.

