

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOPARTIKEL BIMETAL Ag-Au
DENGAN BIOREDUKTOR EKSTRAK AIR BATANG TANAMAN
BINAHONG (*Anredera cordifolia* L.) DAN APLIKASINYA
SEBAGAI ANTIBAKTERI**

ANNI AULYA SYAM

H031 17 1503



**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOPARTIKEL BIMETAL Ag-Cu
DENGAN BIOREDUKTOR EKSTRAK AIR BATANG TANAMAN
BINAHONG (*Anredera cordifolia* L.) DAN APLIKASINYA
SEBAGAI ANTIBAKTERI**

*Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains*

Oleh:

ANNI AULYA SYAM

H031 17 1503



MAKASSAR

2022

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOPARTIKEL BIMETAL Ag-Au
DENGAN BIOREDUKTOR EKSTRAK AIR BATANG TANAMAN
BINAHONG (*Anredera cordifolia* L.) DAN APLIKASINYA
SEBAGAI ANTIBAKTERI**

Disusun dan diajukan oleh



ANNI AULYA SYAM
H031171503

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Sidang Sarjana Program Studi
Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Hasanuddin
pada tanggal 3 Januari 2022
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

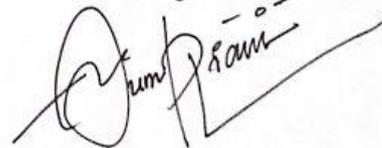
Menyetujui,

Pembimbing Utama,



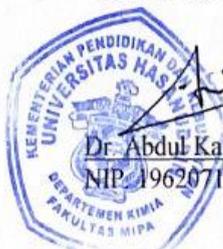
Dr. Fredryk W. Mandey, M.Sc.
NIP. 19650118 199002 1 001

Pembimbing Pertama



Dr. Nur Umriani Permatasari, M.Si
NIP. 19811209 200604 2 003

Ketua Program Studi,




Dr. Abdul Karim, M.Si
NIP. 196207101988031002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Anni Aulya Syam
NIM : H031171503
Program Studi : Kimia
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa Skripsi dengan judul Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Bimetal Ag-Au dengan Bioreduktor Ekstrak Air Batang Tanaman Binahong (*Anredera Cordifolia* L.) dan Aplikasinya Sebagai Antibakteri adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah hasil karya orang lain yang saya gunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 3 Desember 2022

Yang Menyatakan

Anni Aulya Syam

PRAKATA

Bismillahirrahmanirrahim

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan, Shalawat dan salam penulis kirimkan kepada Nabi Muhammad SAW, beserta para sahabat dan keluarga beliau yang telah memberikan tauladan dalam menjalani kehidupan di dunia dan di akhirat. Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi sebagian syarat-syarat guna mencapai gelar Sarjana. Penyusunan skripsi ini banyak hambatan serta rintangan yang penulis hadapi namun pada akhirnya penulis dapat melaluinya berkat adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ayah dan Acca tercinta **Syafruddin** dan **Hafsah, S.Pd.AUD.** telah menjadi orang tua versi terbaik yang telah menemani, dan memberi semangat kepada penulis dengan penuh kasih sayang dan tak lupa juga memberi dukungan finansial kepada penulis. Semoga Allah SWT selalu menjaga kalian selalu di syurga-Nya. Segenap keluarga yang selalu melimpahkan doa, kasih sayang dan dukungannya kepada penulis. Semoga Allah SWT selalu memberikan perlindungan kepada mereka semua sekaligus melimpahkan rahmat-Nya kepada kalian. Aamiin.

Penulis juga mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Pembimbing utama Bapak **Dr. Fredryk W.Mandey, M. Sc** dan pembimbing pertama Ibu **Dr. Nur Umriani Permatasari, M. Si** yang selalu meluangkan waktu dan pikiran untuk membantu penulis dalam mengerjakan penelitian ini dan membimbing dalam penulis skripsi ini, kami mengucapkan terima kasih yang tak terhingga untuk Bapak dan Ibu.
2. Bapak **Dr. Abd. Karim, M.Si** dan **Dr. St. Fauziah, M.Si** selaku ketua dan sekretaris departemen kimia beserta segenap **Dosen** kimia yang telah membagiilmunya.
3. Tim penguji ujian penulis, **Dr. Rugaiyah Arfah, M. Si.** (ketua), **Dr. Djabal Nur Basir, S. Si, M. Si.** (sekretaris), terima kasih atas arahan, saran-saran beserta bimbingan yang diberikan.
4. Seluruh analis laboratorium: **Kak Fiby, Ibu Tini, Kak Hanah, Pak Iqbal, Kak Akbar, Kak Anti** dan **Pak Sugeng** yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian.
5. Rekan penelitian sekaligus partner kerja penulis **Dwi Eunike Sarampang** terima kasih untuk selalu menemani penulis dari awal pengerjaan hingga akhir penelitian serta selalu memberikan semangat dan motivasi kepada penulis.
6. Rekan-rekan **KIMIA 2017** terima kasih karena selalu meluangkan waktu untuk membantu serta menghibur penulis selama penelitian ini.
7. Teman-teman **ALIFATIK 2017**, terima kasih untuk selalu bersama dan membantu penulis, baik dalam dunia perkuliahan maupun dunia organisasi,

terima kasih untuk selalu ada di kala kondisi dan situasi tak lagi baik seperti dulu kala, penulis berharap kita semua akan selalu bersama hingga karir dan masa depan yang memisahkan kita.

8. Rekan-rekan yang selalu ada **Khaerul Ihsan** yang telah bersedia meminjamkan laptopnya dan selalu membantu penulis dan menjadi partner yang baik selama penelitian dan penulisan skripsi ini. **A. Rezki Fauzia Basri** saudara perempuan penulis yang senantiasa selalu berada dibelakang penulis apapun keadaannya. **A. Nurfadilla Rosha** yang selalu menampung penulis dan memberikan motivasi kepada penulis.
9. Rekan-rekan **Bidadari, Windo, Herna, Alfiah, Yura, Kura-kura, Tenri,** dan **Sumi** yang selalu memberikan energi positif kepada penulis.

Penulis sadar akan banyaknya kekurangan dalam penulisan laporan hasil penelitian ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dalam perbaikan dan penyempurnaannya.

Akhir kata penulis berharap semoga laporan hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat serta ilmu dalam pengembangan wawasan di ilmu kimia secara umum.

Makassar, Januari 2022

Penulis
ANNI AULYA SYAM

ABSTRAK

Sintesis nanopartikel bimetal Ag-Au telah dilakukan dengan menggunakan prekursor Ag dan Au dengan ekstrak air batang binahong (*Androdera cordifolia* L.) sebagai bioreduktor logam. Nanopartikel bimetal Ag-Au dibuat melalui prinsip kimia hijau (*green synthesis*) dengan metode reduksi. Proses ekstraksi sampel serbuk batang binahong dengan menggunakan akuades yang dipanaskan hingga 80°C selama 5 menit. Hasil uji fitokimia ekstrak batang binahong mengandung senyawa metabolit sekunder flavonoid dan saponin yang berperan sebagai bioreduktor. Hasil uji Spektrokrofotometer UV-Vis memperlihatkan kestabilan nanopartikel bimetal Ag-Au pada perbandingan 1:40. Nanopartikel bimetal Ag-Au yang disintesis berupa serbuk kecoklatan yang memiliki bentuk kristal kubik sederhana. Ukuran rata-rata nanopartikel bimetal Ag-Au adalah 51,5 nm. Hasil bioaktivitas nanopartikel bimetal Ag-Au sebagai antibakteri dengan metode difusi-agar diperoleh hasil zona hambat bakteri *Escherichia coli* sebesar 19 mm sedangkan zona hambat bakteri *Staphylococcus aureus* sebesar 13 mm.

Kata Kunci : Binahong, bioreduksi, nanopartikel bimetal Ag-Au, antibakteri

ABSTRACT

The synthesised of Ag-Au bimetallic nanoparticles using Ag and Au as a metal precursors with aqueous extract of binahong stem (*Androdera cordifolia* L.) assisted as a metal bioreductor has been carried out. Bimetallic Ag-Au nanoparticles are made using green chemical principles (green synthesis) with a reduction method. Extractiobprocess of binahong stem powder samples using aquades heated to 80°C for 5 minutes. The measurement results of UV-Vis spectrophotometers showed the stability of Ag-Au bimetal nanoparticles at a ratio of 1:40. The synthesized Ag-Au bimetallic nanoparticles were in the form of a brownish coloured powder in the form of sample cubic crystals. The results of the bioactivity test of Ag-Au bimetallic nanoparticles as antibacterial by diffusion method in order to obtain the results of the inhibition zone of *Escherichia coli* bacteria was 19 mm while the inhibition zone of *Staphylococcus aureus* was 13 mm.

Key words: Binahong, bioreduction, Ag-Au bimetal nanoparticles, antibacterial

DAFTAR ISI

	halaman
PRAKATA.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR ASLI SIMBOL DAN SINGKATAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Tinjauan Umum Binahong.....	6
2.1.1 Tinjauan Taksonomi.....	6
2.1.2 Tinjauan Morfologi.....	7
2.1.3 Tinjauan Ekologi.....	8
2.2 Metabolit Sekunder pada Binahong.....	8
2.2.1 Flavanoid.....	8
2.2.2 Alkaloid.....	9

2.2.3 Terpenoid	10
2.2.4 Saponin.....	10
2.3 Tinjauan Umum Nanopartikel	10
2.4 Sintesis Nanopartikel	11
2.5 Nanopartikel Bimetal	12
2.6 Karakterisasi Nanopartikel.....	13
2.6.1 Spektrofotometer Uv-Vis	13
2.6.2 <i>Scanning Elektrotron Microscopy (SEM)</i>	13
2.6.3 <i>Particle Size Analysis (PSA)</i>	14
2.6.4 <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	14
2.6.5 <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)</i>	15
2.7 Nanopartikel Bimetal Ag-Au.....	16
2.8 Sifat Antibakteri Nanopartikel Bimetal Ag-Au.....	16
BAB III METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Bahan Penelitian	18
3.2 Alat Penelitian.....	18
3.3 Waktu Dan Tempat Penelitian	18
3.4 Prosedur Penelitian.....	19
3.4.1 Preparasi Sampel.....	19
3.4.2 Uji Fitokimia	19
3.4.2.1 Uji Tannin.....	19
3.4.2.2 Uji Flavanoid	19
3.4.2.3 Uji Saponin	19
3.3.2.4 Uji Steroid.....	19

3.3.2.5 Uji Terpenoid.....	20
3.3.2.6 Uji Alkaloid	20
3.4.3 Pembuatan Larutan Ag(I) dalam AgNO ₃ 0.001 M	20
3.4.4 Pembuatan Larutan Au(III) 0.005 M.....	20
3.4.5 Optimasi Perbandingan Komposisi Logam Ag-Au Dan Ekstrak H ₂ O Batang Binahong.....	21
3.4.6 Sintesis Nanopartikel Bimetal Ag-Au	21
3.4.7 Karakterisasi Nanopartikel.....	21
3.4.7.1 Karakterisasi dengan Uv-Vis	22
3.4.7.2 Karakterisasi dengan SEM.....	22
3.4.7.3 Karakterisasi dengan XRD.....	22
3.4.7.4 Karakterisasi dengan PSA.....	22
3.4.7.5 Karakterisasi dengan FTIR	22
3.4.8 Uji Antibakteri	23
3.4.8.1 Sterilisasi Alat	23
3.4.8.2 Pembuatan Medium Nutrien Agar	23
3.4.8.3 Pembiakan Bakteri Uji	23
3.4.8.4 Uji Bioaktivitas Antibakteri	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Uji Fitokimia	25
4.2 Optimasi Komposisi Nanopartikel Bimetal Ag-Au	26
4.3 Sintesis Nanopartikel Bimetal Ag-Au.....	29
4.4 Karakterisasi Nanopartikel Bimetal Ag-Au	31
4.4.1 Karakterisasi dengan Spektrofotometer Uv-Vis	31
4.4.2 Karakterisasi dengan PSA.....	33

4.4.3 Karakterisasi dengan XRD.....	33
4.4.4 Karakterisasi dengan FTIR	35
4.4.5 Karakterisasi dengan SEM.....	38
4.5 Uji Antibakteri	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN.....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
1. Tumbuhan Binahong	8
2. Senyawa Flavanid.....	10
3. Mekanisme Reaksi Flavonoid	13
4. Mekanisme Reaksi Flavonoid Hasil Uji Fitokimia	26
5. Mekanisme Reaksi Saponin hasil Uji Fitokimia	26
6. Campuran Larutan Sebelum Pengadukan Dan Setelah Pengadukan	27
7. Larutan Sebelum dan Setelah Pengadukan Selama 4 Jam	29
8. Perkiraan Reaksi Reduksi Logam Ag Dan Au	31
9. Spektrum UV-Vis Nanopartikel Bimetal Ag-Au	32
10. Hasil Analisis PSA Nanopartikel Bimetal Ag-Au	34
11. Difraktogram Nanopartikel Bimetal Ag-Au.....	35
12. Difraktogram Nanopartikel Ag	36
13. Difraktogram Nanopartikel Au	37
14. Spektrum FTIR Nanopartikel Bimetal Ag-Au	39
15. Hasil Analisis Nanopartikel Bimetal Ag-Au Dengan SEM	40

DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
1. Hasil Uji Fitokimia Ekstrak H ₂ O Batang binahong	25
2. Hasil Pengamatan Spektrofotometer UV-Vis Nanopartikel Bimetal dengan Variasi Komposisi	28
3. Data Serapan FTIR dengan Ekstrak H ₂ O Batang Binahong.....	29
4. Hasil Pengujian Zona Inhibisi Pada Uji Antibakteri.....	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	halaman
5. Bagan kerja preparasi sampel dan optimasi komposisi	55
6. Bagan Kerja Uji Fitokimia.....	56
7. Bagan kerja Optimasi Komposisi Logam Ag dan Au	57
8. Bagan Kerja Optimasi Komposisi Ekstrak dan Logam	58
9. Bagan kerja Sintesis Nanopartikel Ag-Au	59
10. Bagan Kerja Karakterisasi Nanopartikel Bimetal Ag-Au.....	60
11. Bagan Kerja Uji Bioaktivitas Antibakteri.....	61
12. Hasil Karakterisasi PSA	63
13. Hasil Karakterisasi FTIR	64
14. Hasil karakterisasi XRD	65
15. Perhitungan Pembuatan Larutan Ag dan Au	66
16. Perhitungan Ukuran Kristal	67
17. Dokumentasi Kegiatan	68

DAFTAR ARTI SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol/Singkatan	Arti
UV-Vis	<i>Ultra Violet Visible</i>
TEM	<i>Transmission Electron Microscopy</i>
SEM	<i>Scanning Electron Microscopy</i>
PSA	<i>Particle Size Analysis</i>
XRD	<i>X-Ray Diffraction</i>
FTIR	<i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i>
nm	nano meter
mL	mili liter
N	Normalitas
M	Molaritas
cm	senti meter
mm	mili meter
λ	panjang gelombang
μL	mikro liter
rpm	rotasi per menit
B	nilai FWHM (<i>Full Width Half Maximum</i>)
D	Ukuran Kristal
K	konstanta “ <i>shape factor</i> ”
θ	sudut Bragg

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nanoteknologi adalah cabang teknologi yang berkaitan dengan aplikasi struktur, sifat, kereaktifan, dan stabilitas material yang berukuran antara 1-100 nanometer (Dubchak dkk., 2010; Prasetyo, 2020). Saat ini nanoteknologi mendominasi kajian ilmu material pada tingkat makro maupun mikromolekul, dan salah satu cabang nanoteknologi yang paling berkembang saat ini adalah nanopartikel. (Ahmad dkk., 2019).

Pada umumnya nanopartikel memiliki struktur, karakter, kereaktifan, dan stabilitas yang berbeda tergantung dari ukuran partikelnya. Selanjutnya, sifat-sifat tersebut dapat dimodifikasi melalui pengaturan ukuran partikel, komposisi atom, modifikasi permukaan, dan pengendalian interaksi antar partikel (Febiani dkk., 2018). Saat ini, nanopartikel menjadi obyek yang paling banyak diteliti karena aplikasinya yang sangat luas yaitu fisika, kimia, elektronik, medisinal, pertanian, industri, lingkungan, dan lain-lain. Salah satu kajian yang juga dikembangkan secara intensif saat ini adalah nanopartikel logam (*metal nanoparticles*) (Prasetiowati dkk., 2018).

Berdasarkan jumlah logam penyusunnya, metal nanopartikel dapat dibedakan menjadi: mononanopartikel (tersusun dari satu logam), bimetal (tersusun dari dua logam), nanopartikel trimetal (tersusun dari tiga logam), dan nanopartikel multi metal (tersusun lebih dari tiga logam) (Mazhar dkk., 2017).

Bimetal nanopartikel yang memiliki kandungan dua logam yang berbeda menunjukkan tidak saja menunjukkan efek yang diakibatkan oleh sinergitas antar

kedua logam tersebut (Khan dkk., 2018); juga memperlihatkan efek lain seperti kestabilan dan sifat katalitik yang jauh lebih baik jika dibandingkan dengan nanopartikel monologam. Dengan demikian, jika dilakukan pemilihan kombinasi logam yang tepat serta optimalisasi komposisi dan rasio dari setiap jenis logam akan menghasilkan perbaikan sifat bimetal nanopartikel yang lebih baik (Mazhar dkk., 2017).

Perpaduan dua logam berbeda yang menghasilkan nanopartikel memiliki beragam keunikan. Salah satu contoh keunikan bimetal nanopartikel adalah memiliki bentuk geometri beragam dan terbentuk melalui proses dimana salah satu logam menjadi inti (*core*) nanopartikel dan yang lainnya membentuk cangkang yang mengelilingi inti tersebut. Proses ini terjadi karena perbedaan potensial reduksi antara logam emas dan perak (Ramakritinan dkk., 2013), sehingga memiliki bentuk geometri yang menghasilkan sifat optik dan *Surface Plasmon Resonance* (SPR) yang khas. Selain itu, keunikan lain nanopartikel bimetal Ag-Au yaitu potensinya sebagai antibakteri dari kontribusi logam emas dan perak (Khan dkk., 2018).

Logam perak dan emas memiliki aktivitas antibakteri dan pada konsentrasi rendah tidak memiliki efek toksik bagi sel (Crabtree dkk., 2003). Penelitian yang dilakukan oleh Ramankritinan dkk (2013) bahwa bimetal nanopartikel Ag-Au diketahui memiliki aktivitas penghambatan yang baik terhadap bakteri gram positif *Staphylococcus aureus*. Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Skiba dkk (2018), yang memperlihatkan bahwa nanopartikel bimetal Ag-Au tidak saja menunjukkan aktivitas penghambatan terhadap bakteri Gram positif

(*Staphylococcus aureus*) tetapi juga bakteri Gram negatif (*Escherichia coli*). Metal Nanopartikel Ag-Au bekerja dengan cara mengelilingi dan menembus dinding sel bakteri serta memodulasi pengiriman sinyal sel (Ramakritinan dkk., 2013). Berbagai cara dapat dilakukan untuk menyintesis nanopartikel antara lain metode *top down* (fisika) dan *bottom up* (kimia).

Sintesis nanopartikel logam pada umumnya dilakukan dengan metode *top down* (fisika) dan *bottom up* (kimia). Metode fisika (*top down*) dilakukan dengan cara memecah padatan logam menjadi partikel-partikel kecil berukuran nano, sedangkan metode kimia (*bottom up*) dilakukan dengan cara melarutkan garam logam, reduktor, dan stabilisator sampai terbentuk nanopartikel logam (Arief dkk., 2015). Sintesis nanopartikel juga banyak dilakukan dengan mengaplikasikan metode *green synthesis*, yaitu modifikasi dari metode kimia yang memanfaatkan ekstrak organisme hewan, tanaman/tumbuhan, maupun mikroorganisme sebagai bioreduktor logam. Metode ini tidak saja sangat ekonomis tetapi juga ramah lingkungan karena sangat sedikit menggunakan bahan berbahaya.

Berbagai macam ekstrak tanaman telah digunakan sebagai bioreduktor pada proses *green synthesis* nanopartikel, salah satunya adalah tanaman Binahong (*Anredera cordifolia* L.) (Wattimena dan Patty, 2017). Binahong, salah satu jenis tanaman obat, memiliki banyak manfaat yang belum dikaji secara mendalam. Tanaman ini diketahui mengandung berbagai jenis metabolit sekunder pada semua bagiannya. Salah satu bagian tanaman yang belum banyak dikaji oleh peneliti yaitu batang tanaman binahong padahal pada bagian batang tersebut ditemukan senyawa polifenol, alkaloid, dan flavonoid (Veronita dkk., 2017). Lade dan Shanware (2020) meneliti kemungkinan untuk menjadikan tanaman sebagai

biofabrikasi nanopartikel dengan mengembangkan metode untuk biosintesis nanopartikel. Holden dkk (2014) menyintesis bimetal nanopartikel Ag-Au dengan stabilisator asam pluronat serta menguji sifat katalitiknya.

Pada penelitian ini dilakukan sintesis nanopartikel bimetal Ag-Au dengan metode *green synthesis* menggunakan ekstrak air batang binahong sebagai bioreduktor. Batang binahong digunakan sebagai bioreduktor karena ketersediaannya yang banyak namun belum banyak diaplikasikan dalam penelitian terkait. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Skiba dkk (2018), nanopartikel bimetal Ag-Au juga memiliki potensi sebagai antibakteri.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. bagaimana potensi ekstrak H₂O batang binahong (*Anredera cordifolia* L.) sebagai bioreduktor sintesis nanopartikel Ag-Au?
2. bagaimana karakteristik nanopartikel bimetal Ag-Au yang disintesis dengan menggunakan ekstrak H₂O batang binahong (*Anredera cordifolia* L.)?
3. bagaimana aktivitas antibakteri nanopartikel Ag-Au yang disintesis dengan menggunakan ekstrak H₂O batang binahong (*Anredera cordifolia* L.) ?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian ini ialah melakukan sintesis dan karakterisasi nanopartikel bimetal Ag-Au dengan menggunakan ekstrak H₂O batang binahong (*Anredera cordifolia* L.) sebagai bioreduktor, serta menguji aktivitasnya sebagai antibakteri.

1.3.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. menyintesis nanopartikel bimetal Ag-Au dengan ekstrak H₂O batang binahong (*Anredera cordifolia* L.) sebagai bioreduktor
2. melakukan karakterisasi nanopartikel bimetal Ag-Au yang disintesis dengan menggunakan ekstrak H₂O batang binahong (*Anredera cordifolia* L.)
3. menguji aktivitas antibakteri nanopartikel bimetal Ag-Au yang disintesis dengan menggunakan ekstrak H₂O batang binahong (*Anredera cordifolia* L.)

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah dapat memberi kontribusi terbaru terhadap dunia pengetahuan dan penelitian mengenai sintesis dan karakterisasi nanopartikel bimetal Ag-Au dari ekstrak H₂O batang binahong (*Anredera cordifolia* L.) sebagai bahan antibakteri.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum Binahong

2.1.1 Tinjauan Taksonomi

Binahong (*Anredera cordifolia* L.), tanaman obat asal daratan Tiongkok yang dikenal dengan nama asli *Dheng sun Chi*, merupakan tanaman menjalar dari family Basellaceae (Mus, 2008). Binahong diketahui termasuk tanaman berumur panjang (*perennial*); daunnya berbentuk jantung; berbatang lunak silindris; dan panjangnya dapat mencapai ± 5 m. Tanaman pada Gambar 1 tumbuh baik di daratan rendah ataupun daratan tinggi dengan lingkungan yang dingin dan lembab (Ratna dan Kutha, 2012).



Gambar 1. Tanaman Binahong (Anwar dan Soleha,2016)

Taksonomi binahong menurut Anwar dan Solehah (2016), diklasifikasikan berikut:

Kingdom	: Plantae
Kingdom	: Tracheobionta
Superdivisio	: Spermatophyta
Divisio	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Subkelas	: Hamamelidae
Ordo	: Caryophyllales
Famili	: Basellaceae
Genus	: <i>Anredera</i>
Spesies	: <i>Anredera cordifolia</i> (Tenore) Steenis

2.1.2 Tinjauan Morfologi

Binahong tumbuh menjalar pada tanaman lain dan panjangnya bisa mencapai lebih dari 5 meter (Utami dan Desti, 2013). Batangnya lunak saling membelit, berbentuk silindris, bagian dalam solid dengan permukaan halus, berwarna merah, kadang membentuk semacam umbi yang melekat di ketiak daun dengan tekstur kasar, dan bentuknya tidak beraturan.

Daun binahong merupakan daun tunggal berwarna hijau, bertangkai sangat pendek yang tersusun berselang-seling, berbentuk hati dengan panjang 5-10 cm dan lebar 3-7 cm. Helai daun binahong tipis lemas dengan pangkal berlekuk, ujung runcing, permukaan licin dan tepi rata (Susetya, 2012).

Bunga binahong bertangkai panjang yang muncul di ketiak daun, dengan bunga majemuk berbentuk tandan berjumlah lima helai tidak berlekatan.

Sedangkan mahkota bunga berwarna krem keputih-putihan. Panjang helai mahkota 0,5-1 cm dan baunya harum.

Akar binahong berdaging lunak dan berbentuk rimpang (Palmer dan Senaratne, 2012; Nuraini, 2014). Binahong mudah tumbuh di dataran rendah maupun dataran tinggi dan banyak ditanam di dalam pot sebagai tanaman hias dan obat. Umumnya dikembangkan secara generatif melalui biji, walaupun lebih sering diperbanyak melalui vegetatif dengan akar rimpangnya (Tanobat, 2016).

2.1.3 Tinjauan Ekologi

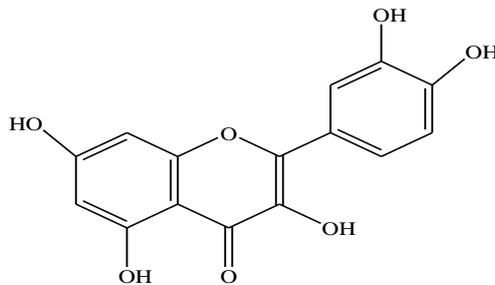
Tanaman binahong (*Anredera cordifolia* L.) adalah jenis tumbuhan merambat, dapat dijumpai di kawasan perbatasan hutan, di pagar di sepanjang jalan, dan di petak tanah pada ketinggian 1.000 m sampai 2.000 m (Rasingam & Lakshminarasimhan, 2012). Binahong juga dapat tumbuh di daerah atropis, seperti di tanah kosong di perkotaan (Imig dkk., 2015). Tanaman ini dapat bertahan hidup pada lingkungan dengan kisaran suhu 10-30 °C dengan rata-rata curah hujan 500-2000 mm, terdiri dari beragam jenis vegetasi hutan, padang rumput, lahan pertanian dan semak belukar, serta lingkungan yang cukup terang (Vivian-Smith, 2007).

2.2 Metabolit Sekunder pada Binahong

Metabolit sekunder yang terkandung dalam tanaman binahong antara lain: flavonoid, alkaloid, tanin, steroid, triterpenoid, saponin, dan minyak atsiri (Ekaviantiwi dkk., 2013; Surbakti dkk., 2018) Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Astuti dkk. (2011), menunjukkan bahwa batang binahong mengandung senyawa fenol, flavonoid, saponin, triterpenoid, steroid dan alkaloid.

2.2.1 Flavanoid

Flavonoid (Gambar 2) memiliki 15 atom karbon tersusun dari inti aromatik sehingga mampu mengalami konjugasi dan resonansi untuk melepaskan atom hidrogen. Secara umum flavonoid adalah senyawa yang bersifat polar karena memiliki gugus -OH yang membentuk ikatan hidrogen, namun beberapa flavonoid bebas jenis isoflavon, flavon, flavanon, auron, kalkon, antosianin dan alkoksiflavon merupakan senyawa kurang polar (Theodora dkk., 2019). Penelitian Yahya dkk. (2019) menunjukkan bahwa isolat murni dari binahong mengandung senyawa flavonoid.



Gambar 2. Senyawa Flavonoid (Theodora dkk., 2019)

2.2.2 Alkaloid

Alkaloid adalah salah satu senyawa metabolit sekunder yang banyak ditemukan dalam jaringan tumbuhan dan hewan. Alkaloid dapat ditemukan pada berbagai bagian tanaman, seperti bunga, biji, daun, ranting, akar dan kulit batang (Ningrum dkk., 2016). Selanjutnya, Titis dkk. (2013), berhasil mengisolasi senyawa alkaloid dalam ekstrak etanol binahong. Alkaloid dari isolasi binahong tersebut mengandung paling sedikit satu atom nitrogen yang biasanya bersifat basa dan dalam sebagian besar atom nitrogen ini merupakan bagian dari cincin heterosiklik. Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Sumaryanto (2019) alkaloid diekstraksi dari tanaman binahong menggunakan pelarut polar (etanol)

dan dapat digunakan sebagai antibakteri. Menurut Lutfillah (2018) eluen terbaik untuk pemisahan alkaloid dengan KLT dari hasil isolat kulit batang binahong adalah campuran methanol-kloroform (0,5;9,5) dengan pereaksi Dragendorff yang menghasilkan 8 noda yang memiliki Rf antara 0,22-0,85 dengan 5 noda warna biru, 2 noda berwarna kuning dan 1 noda berwarna merah setelah disinari dengan lampu UV.

2.2.3 Terpenoid

Terpenoid merupakan salah satu senyawa metabolit sekunder yang merupakan komponen penyusun minyak atsiri, resin dan memiliki banyak aktivitas biologi. (Roumondang dkk., 2013). Berdasarkan hasil uji fitokimia diketahui tanaman binahong mengandung metabolit sekunder terpenoid dan steroid. Senyawa terpenoid dapat diisolasi dari semua bagian tanaman dari binahong. Astuti dkk. (2011) menggunakan spektrofotometer UV-Vis, FTIR, dan LC-MS berhasil mengidentifikasi senyawa terpen 2,3,19,23-tetrahidroksi-12-ene-24,28-dimetil ester pada ekstrak isolat batang tanaman binahong.

2.2.4 Saponin

Saponin termasuk kelompok senyawa glikosida yang memiliki bagian aglikon atau sapogenin, yang dapat berbentuk unit sterol atau triterpen (Nurzaman dkk., 2018). Saponin umumnya memiliki berat molekul tinggi dan dapat larut dalam air dan etanol (Harborne, 1973). Metabolit sekunder ini cukup sering dijumpai pada daun, batang, dan umbi tanaman binahong. Adapun saponin yang terkandung didalam tanaman binahong yaitu jenis sapogenin dan glikol (Astuti dkk., 2012).

2.3 Tinjauan Umum Nanopartikel

Nanopartikel, adalah material yang berukuran 1 sampai 100 nm (Ahmed dkk., 2016), memiliki sifat kimia, fisika dan biologi yang lebih baik jika dibandingkan dengan material yang berukuran lebih besar (Napsah dan Wahyuningsih, 2014). Nanopartikel adalah bidang yang paling pesat perkembangannya saat ini karena aplikasinya dapat ditemukan di berbagai bidang, antara lain pertanian, lingkungan, elektronik, optis, katalis, dan biomedis.

Nanopartikel berdasarkan jenis materi partikel penyusunnya dapat diklasifikasikan menjadi lima macam, yaitu kuantum dot, nanokristal, lipopartikel, nanopartikel magnetik, dan nanopartikel polimer (Jain, 2008). Dalam dua dekade terakhir penelitian tentang nanopartikel logam merupakan jenis nanopartikel yang paling banyak dikembangkan (Prasetiowati dkk., 2018). Selanjutnya, berdasarkan jumlah logam penyusunnya nanopartikel logam dapat diklasifikasikan sebagai bimetalik (mengandung dua logam), trimetalik (mengandung tiga logam) atau multimetalik (mengandung lebih dari tiga logam) (Mazhar dkk., 2017).

2.4 Sintesis Nanopartikel

Sintesis nanopartikel pada umumnya dilakukan dengan 2 (dua) cara yaitu fisika dan kimia. Proses fisika dilakukan dengan memecahkan material yang berukuran besar menjadi berukuran nanometer, atau menggabungkan material berukuran sangat kecil menjadi partikel nanometer tanpa mengubah sifat bahan. Proses sintesis secara kimia melibatkan reaksi kimia dari dimana sejumlah material yang bertindak sebagai pereaksi (prekursor) diawal reaksi salaing berinteraksi sehingga dihasilkan material lain (produk) yang berukuran nanometer (Abdulla dkk., 2008). Metode kimia dan fisika ini telah banyak digunakan dalam

sintesis nanopartikel saat, namun demikian kedua metode ini memiliki kelemahan utama yakni berbiaya tinggi dan menghasilkan hasil samping berupa bahan beracun dan berbahaya (Phanjom dan Ahmed, 2015; Vinod dkk., 2011). Untuk mengatasi kelemahan itu maka dilakukan modifikasi proses sintesis nanopartikel dengan mengembangkan metode “green synthesis” yang relative lebih murah dan ramah lingkungan. Lebih jauh, partikel nano yang disintesis menggunakan teknik ini ternyata mampu menghasilkan nonomaterial yang lebih beragam dengan stabilitas yang jauh lebih besar (Khan dkk., 2018).

2.5 Nanopartikel Bimetal

Bimetal nanopartikel adalah nanopartikel yang disintesis dengan mengombinasikan 2 (dua) logam dengan material lain untuk menghasilkan bimetal nanopartikel dengan berbagai variasi struktur (Liu dkk., 2012). Selanjutnya, Mazhar dkk. (2017) mengemukakan aplikasi yang luas dari bimetal nanopartikel dalam kehidupan sehari-hari seperti kelistrikan, optik, lingkungan, dan farmasi, serta biomedis. Bimetal Nanopartikel juga dapat bertindak sebagai katalis yang sangat baik sebagaimana dikemukakan oleh Mukherjee dan Mahapatra (2013).

Bimetal nanopartikel memiliki struktur yang khas yaitu campuran berbagai bentuk geometri yang sangat memengaruhi bentuk, sifat, dan fungsi bimetal nanopartikel (Ramakritinan dkk., 2013). Keberadaan dua logam dalam strukturnya mengakibatkan bimetal nanopartikel bersifat magnet, elektronik dan optik yang memungkinkannya untuk di aplikasikan sebagai katalis dan biosensor. Baru-baru ini, sintesis berbasis tumbuhan dari nanopartikel Ag dan Au telah mendapatkan

perhatian yang semakin besar karena biayanya yang rendah, kesederhanaan dan protokol sintesis yang ramah lingkungan. Perpaduan logam yang menghasilkan nanopartikel bimetal menunjukkan sifat fisik dan struktur yang efektif dengan memodifikasi sifat fisik dan kimia dari nanopartikel bimetal tersebut, sehingga pemilihan antara kedua logam berpengaruh terhadap hasil akhir sintesis nanopartikel bimetal (Mazhar dkk., 2017; Zalengka dkk., 2016).

2.6 Karakterisasi Nanopartikel

2.6.1 Spektrofotometer UV-VIS

Spektrofotometer UV-VIS adalah salah satu metode instrumen yang paling sering diterapkan dalam analisis kimia untuk mendeteksi senyawa (padat/cair), biasanya sampel harus diperlakukan atau derivatisasi, misalnya penambahan reagen dalam pembentukan garam kompleks dan lain sebagainya (Feng dkk., 2010; Holden dkk., 2014; Huang dkk., 2009). Spektrofotometer UV-VIS dalam analisa nanopartikel merupakan teknik yang sangat berguna untuk proses karakterisasi awal terbentuknya nanopartikel, dimana digunakan untuk memonitoring kestabilan dan sintesis nanopartikel (Zhang dkk., 2016). Nanopartikel bimetal Ag-Au dianalisis pada panjang gelombang 200 nm-850 nm (Gopinath dkk., (2016).

2.6.2 Scanning Electrotron Microscopy (SEM)

SEM mikroskop electron yang digunakan untuk menganalisis morfologi (bentuk) dari nanopartikel yang dihasilkan selain itu juga untuk mengukur ukuran nanopartikel yang terbentuk. Prinsip kerja SEM adalah menambahkan permukaan benda dengan berkas electron berenergi tinggi. Permukaan benda dengan berkas

akan memantulkan kembali berkas tersebut atau menghasilkan electron sekunder ke segala arah. Tetapi terdapat satu arah dimana berkas dipantulkan dengan intensitas tertinggi. Detector didalam SEM mendeteksi elektron yang dipantulkan dan menemukan lokasi berkas yang dipantulkan dengan intensitas tertinggi. Arah tersebut memberi informasi profil permukaan benda seperti seberapa landau dan kemana arah kemiringan. Pada saat dilakukan pengamatan, lokasi permukaan benda yang ditembak dengan berkas electron di-*scan* ke seluruh area daerah pengamatan. Lokasi pengamatan dengan melakukan *zoom-in* atau *zoom-out*. Berdasarkan arah pantulan berkas pada bagian titik pengamatan maka profil permukaan benda dapat dibangun menggunakan program pengolahan (Apriandanu, 2013; West, 2014)

2.6.3 Particle Size Analysis (PSA)

Particle Size Analysis (PSA) merupakan peralatan alat yang digunakan untuk mengetahui distribusi ukuran partikel berskala nanometer dengan kisaran ukuran $0.3 \mu\text{m} - 0.8 \mu\text{m}$. Prinsip pengukuran alat PSA ini didasarkan pada hamburan cahaya yang berasal dari sinar laser dan dipancarkan melewati jarum kecil (*pinhole*) menunjuk ke partikel yang ada dalam sampel. Partikel-partikel dalam sampel menghamburkan kembali cahayanya melalui *pinhole* dan masuk kedetektor. Sinyal analog yang terdeteksi oleh detector selanjutnya diubah menjadi sinyal digital yang kemudian diolah untuk menjadi deret hitung (Nuraeni dkk., 2013; Horiba, 2017).

2.6.4 X-Ray Diffraction (XRD)

Difraksi sinar-X (XRD) adalah teknik yang banyak digunakan untuk mengidentifikasi struktur kristal molekul dan senyawa dan beberapa karakter fisik

lainnya seperti derajat kristalinitas, dan nanomaterial. XRD telah digunakan dalam berbagai aplikasi diantaranya material, forensic, industry, geokimia, kristalografi, dan lain-lain (Zhang dkk., 2016).

XRD merupakan teknik yang dikembangkan awalnya untuk mengidentifikasi sifat fisika dari molekul, baik organik maupun anorganik, yang dapat membentuk Kristal. Khusus untuk nanopartikel, hasil analisis XRD-nya sangat bergantung pada bentuk dan pola difraksinya, dimana sinar-X menembus ke dalam nanopartikel dan akan menghasilkan pola difraksi yang berbeda jika dibandingkan dengan standarnya sehingga dapat diperoleh informasi tentang strukturnya (Zhang dkk., 2016; Mitti dkk.,2013). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Banja dkk (2020), analisis XRD nanopartikel bimetal Ag-Au puncak karakterisasi difraksi $2\theta = 38,013^\circ$, $45,47^\circ$, $64,70^\circ$ dan $77,51^\circ$ sesuai dengan (1 1 1), (2 0 0), (2 2 0) dan (3 1 1).

2.6.5 Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

Metode *fourier transform infrared* (FTIR) yang merupakan metode bebas reagen, tanpa penggunaan radioaktif dan dapat mengukur kadar hormon secara kualitatif dan kuantitatif. Prinsip kerja FTIR adalah mengenali gugus fungsi suatu senyawa dari absorbansi inframerah yang dilakukan terhadap senyawa tersebut. Pola absorbansi yang diserap oleh tiap-tiap senyawa berbeda-beda, sehingga senyawa-senyawa dapat dibedakan dan dikuantifikasikan (Sankari, 2010). Menurut Lubis (2015), *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) adalah suatu teknik yang digunakan untuk mengamati interaksi molekul dengan

menggunakan radiasi elektromagnetik yang berada pada panjang gelombang 0,75-1000 μm atau pada bilangan gelombang 10.000-10 cm^{-1} .

Spektroskopi FTIR sering digunakan untuk mengetahui apakah biomolekul terlibat dalam sintesis partikel nano yang lebih menonjol dalam penelitian akademis dan industri. Selain itu, FTIR juga telah diperluas untuk mempelajari bahan berskala nano, seperti konfirmasi molekul fungsional yang dicangkokkan secara kovalen ke perak, nanotube karbon, graphene dan nanopartikel emas, atau interaksi yang terjadi antara enzim dan substrat selama proses katalitik. Selain itu, ini adalah teknik non-invasif (Zhang dkk., 2016). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Gopinath dkk. (2016), Nanopartikel bimetal Ag-Au dianalisis pada kisaran 400- 4000 cm^{-1} .

2.7 Nanopartikel Bimetal Ag-Au

Nanopartikel bimetal saat ini menjadi salah satu pembahasan yang menarik, salah satunya yaitu nanopartikel bimetal Ag-Au. Nanopartikel bimetal Ag-Au efektif digunakan dalam berbagai bidang industri (Skiba dkk., 2018). Nanopartikel bimetal Ag-Au memiliki bentuk geometri yang bulat dan bervariasi dimana struktur dari bentuk tersebut menunjukkan salah satu logam menjadi inti partikel dan salah satunya membentuk cangkang yang mengelilingi inti, hal tersebut terjadi dikarenakan adanya reduksi diantara kedua logam yang berbeda (Ramakritinan dkk., 2013). Penelitian juga dilakukan oleh Holden dkk. (2014), menunjukkan bahwa nanopartikel bimetal Ag-Au memiliki tingkat reduksi yang lebih cepat dibandingkan dengan nanopartikel monometal Ag dan Au karena area

permukaannya yang lebih besar, sehingga dapat meningkatkan kerapatan elektron pada permukaan nanopartikel bimetal Ag-Au.

2.8 Sifat Antibakteri Nanopartikel Bimetal Ag-Au

Nanopartikel logam merupakan material yang efektif dalam mengontrol mikroorganisme. Nanopartikel memiliki sisi yang unik dan dapat dieksplor. Penelitian tentang sifat antibakteri dan katalitik dari nanopartikel bimetalik Ag-Au yang diperoleh mengungkapkan sifat polifungsional logam dari nanomaterial yang disintesis. Nanopartikel yang dihasilkan menunjukkan aktivitas antimikroba terhadap Gram positif (*Staphylococcus aureus*) dan bakteri Gram negatif (*Escherichia coli*) meningkat 76,0–98,3% (Skiba dkk., 2018). Nanopartikel bimetal Ag-Au memiliki pengaruh yang sangat signifikan dan menunjukkan zona hambat yang tinggi karena efek sinergis yang timbul dari logam Ag dan Au membentuk nanopartikel bimetal Ag-Au (Gopinath dkk., 2016). Nanopartikel bimetal Ag-Au bekerja dengan cara mengelilingi dan menembus dinding sel bakteri, serta memodulasi pensinyalan seluler dengan difosforilasi substrat peptida (Ramakritinan dkk., 2013; Khan dkk., 2018).

Khan dkk. (2018), melaporkan bahwa terdapat banyak penelitian yang berhasil menunjukkan sifat antibakteri dari nanopartikel. Suatu penelitian menunjukkan bahwa uji antibakteri dengan menggunakan senyawa pereduksi yang digunakan untuk sintesis nanopartikel berpotensi sebagai antibakteri. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Gopinath dkk. (2016), juga melaporkan bahwa mekanisme yang tepat di balik aktivitas antibakteri nanopartikel logam itu masih kurang dipahami. Namun, kemampuan nanopartikel perak untuk membentuk ikatan elektrostatik dengan membran bakteri, dimana

partikel bermuatan positif dan bermuatan negatif membran berinteraksi, tampaknya berperan dalam interaksi mengganggu membran bakteri mengakibatkan kematian sel maka aksi bakteri akan mati. Nanopartikel perak terikat dengan keduanya membran sel dan mesosom yang menyebabkan terganggunya fungsi mesosom, dimana menyebabkan peningkatan produksi spesies oksigen reaktif, menyebabkan sel mati. Selain itu, nanopartikel emas juga dapat mengikat membran bakteri, tetapi karena rendahnya toksisitas, mereka mungkin tidak menyebabkan kematian sel.