

**SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK (NP_{Ag}) MENGGUNAKAN
EKSTRAK KULIT BATANG *Antidesma ghaesembilla* DAN UJI
AKTIVITAS ANTIBAKTERI *Staphylococcus aureus* DAN *Escherichia coli***

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**



OLEH:

MELANIE PUTRIA DEWITA SARI

08031282025057

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

2024

HALAMAN PENGESAHAN

SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK (NPag) MENGGUNAKAN
EKSTRAK KULIT BATANG *Antidesma ghaesembilla* DAN UJI
AKTIVITAS ANTIBAKTERI *Staphylococcus aureus* DAN *Escherichia coli*

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Sains
Bidang Studi Kimia

Oleh:

MELANIE PUTRIA DEWITA SARI

08031282025057

Indralaya, 22 Oktober 2024

Menyetujui,
Pembimbing

Pembimbing I



Dr. Eliza, M.Si.

NIP. 196407291991022001

Pembimbing II



Dr. Desnelli, M.Si.

NIP. 196912251997022001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D

NIP. 197111191997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Sintesis Nanopartikel Perak (Npag) Menggunakan Ekstrak Kulit Batang *Antidesma ghaesembilla* dan Uji Aktivitas Antibakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Sidang Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 08 Oktober 2024 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Inderalaya, 22 Oktober 2024

Ketua:

1. **Dr. Ferlinahayati, M. Si**
NIP. 197402052000032001

()

Pembimbing:

1. **Dr. Eliza, M. Si**
NIP. 196407291991022001
2. **Dr. Desnelli, M.Si.**
NIP. 196912251997022001

()
()

Penguji:

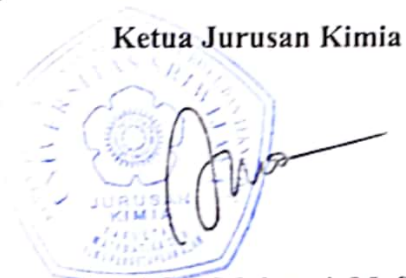
1. **Dr. Ferlinahayati, M. Si**
NIP. 197402052000032001
2. **Dr. Zainal Fanani, M.Si.**
NIP. 196708211995121001

()
()

Mengetahui,



Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 197111191997021001



Prof. Dr. Muharni, M. Si
NIP: 196903041994122001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Melanie Putria Dewita Sari
NIM : 08031282025057
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

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

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya



Indralaya, 22 Oktober 2024

Melanie Putria Dewita Sari
Melanie Putria Dewita Sari
NIM. 08031282025057

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama Mahasiswa : Melanie Putria Dewita Sari
NIM : 08031282025057
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya "hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: "Sintesis Nanopartikel Perak (NpAg) Menggunakan Ekstrak Kulit Batang *Antidesma ghaesembilla* dan Uji Aktivitas Antibakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*". Dengan hak bebas royalti non eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 22 Oktober 2024

Yang Menyatakan



Melanie Putria Dewita Sari

NIM. 08031282025057

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Tuhanmu (Nabi Muhammad) tidak meninggalkanmu dan tidak (pula) membencimu. Dan sungguh, akhirat itu lebih baik bagimu daripada yang permulaan (dunia). Dan kelak Tuhanmu pasti memberikan karunia-Nya kepadamu sehingga kau rida.”

(QS. Ad-dhuha: 3-5)

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya...”

(QS. Al-Baqarah: 286)

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan.”

(QS. Al-Insyirah: 5-6)

Skripsi ini sebagai tanda syukurku kepada:

ALLAH SWT

NABI MUHAMMAD SAW

Skripsi ini kupersembahkan kepada kedua orang tuaku tercinta yang telah membesarkan, merawat, dan mendoakanku sampai saat ini. Untuk kedua adikku yang selalu memberi semangat dan menghibur di setiap saat. Dan untuk dosen pembimbingku yang sabar membimbingku dan menasihatiku dalam berbagai hal. Serta untuk keluarga besarku, seluruh dosen Jurusan Kimia, para sahabat dan rekan-rekan seperjuangan, juga pada Almamater Universitas Sriwijaya.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur hanyalah milik Allah SWT yang begitu banyak memberikan kenikmatan dan kecerdasan akal kepada kita sehingga mampu menyerap berbagai ilmu pengetahuan dan semoga sholawat beserta salam selalu tercurahkan kepada baginda nabi Muhammad SAW sebagai prototipe kehidupan, yang cerdas lagi rendah hati, yang terpercaya lagi santun, semoga kita bisa menjadikan beliau sebagai suri tauladan dalam kehidupan sehari-hari dan semoga kita termasuk ke dalam umatnya yang akan diberikan syafaat di akhirat nanti.

Rasa syukur yang dalam penulis ucapkan karena pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Sintesis Nanopartikel Perak (Npag) Menggunakan Ekstrak Kulit Batang *Antidesma ghaesembilla* dan Uji Aktivitas Antibakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains di Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Universitas Sriwijaya.

Proses penyusunan skripsi ini tentunya bukanlah hal yang mudah bagi penulis karena tidak terlepas dari berbagai rintangan, mulai dari pengumpulan literatur, penelitian, pengumpulan data dan sampai pada pengolahan data maupun dalam tahap penulisan. Namun dengan kesabaran dan ketekunan yang dilandasi dengan rasa tanggung jawab selaku mahasiswa dan juga bantuan dari berbagai pihak, baik material maupun moril, akhirnya selesai sudah penulisan skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih yang amat dalam kepada Ibu **Dr. Eliza, M.Si.** dan Ibu **Dr. Desnelli, M.Si.** yang telah banyak memberikan bimbingan, bantuan, motivasi, saran dan petunjuk kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya.
2. Ibu Prof. Dr. Muharni, M.Si. selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya dan Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si. selaku Sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya
3. Ibu Dr. Eliza, M.Si. selaku dosen pembimbing tugas akhir saya, saya ucapkan terimakasih sebesar-besarnya atas bimbingan, nasihat, dan arahan yang ibu berikan tentang perkuliahan dan pekerjaan. Semoga Allah SWT

membalas semua kebaikan ibu, diberi kesehatan, dilancarkan rezeki nya, diberkahi usianya serta bahagia di dunia dan di akhirat.

4. Ibu Dr. Desnelli, M.Si. selaku dosen pembimbing kedua tugas akhir saya, saya ucapkan juga terimakasih banyak atas bimbingan dan kesabaran ibu dalam mengarahkan saya dalam menyelesaikan skripsi saya. Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan ibu, diberi kesehatan, dilancarkan rezeki nya, diberkahi usianya serta bahagia di dunia dan di akhirat.
5. Ibu Dr. Ferlinahayati, M.Si. dan Bapak Dr. Zainal Fanani, M.Si. selaku dosen penguji seminar hasil dan sidang sarjana yang telah memberikan kritik dan saran membangun mengenai penulisan skripsi saya.
6. Bapak Prof. Aldes Lesbani, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku dosen pembimbing akademik, saya ucapkan terimakasih banyak atas bimbingan dan motivasi yang bapak berikan.
7. Seluruh Dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu, mendidik dan membimbing saya selama masa kuliah.
8. Mbak Novi dan Kak Chosiin selaku admin jurusan yang sudah banyak membantu dan memberi penjelasan informasi kepada penulis sehingga tugas akhir dapat diselesaikan sebagaimana mestinya.
9. Teruntuk kedua orang tuaku, Sarina Kamalia dan Iweel Maykeos. Dua orang yang paling berharga dan berjasa dalam hidup penulis. Tidak ada kata lain selain ucapan terimakasih tak terhingga atas semua yang telah kalian lakukan untuk kami. Terimakasih karena sudah bekerja keras mencari uang untuk pendidikan kami agar kelak kami menjadi orang sukses. Tanpa doa dan ridho kalian, penulis mungkin tidak akan merasakan pendidikan lebih tinggi seperti saat ini. Dan ucapan terimakasih teruntuk kedua adik Erra Fazira dan Sayyidah Fatimah. Semoga Allah SWT. selalu melimpahkan kebahagiaan, ketenangan, rezeki, dan keberkahan dalam keluarga kita.
10. Untuk keluarga besar Nyai dan Yai, Makde dan Pakde. Juga untuk keluarga dari Wak Abah, Wak Ayah, Wak Ibu, Om Fran, Bunda Eva, dan Tante Pipit
11. Teruntuk Kak Andre, Yuk Mezi, Yuk Yuni, Kak Zaki, Kak Bud, Yuk Dewi, Kak Dayat, Bang Obi, Atun, makasih banyak.

12. Teruntuk teman Tim TA, Merri Cristina Sihombing dan M. Alhadyu, terimakasih karena sudah saling menguatkan dan membantu.
13. Teruntuk teman-teman/wak² PP (Palembang-Layo), Hani Kholisha, Khairun Nisa Pulungan, Merri Cristina Sihombing, Nur Azizah, Syabina Putri Syahrani, Vidya Fadjrani Bawan, Vira Ardana, Yeni Fransisca yang lulusnya duluan dari saya haha, semoga kito galo ini jadi wong sukses. Aamiin
14. Untuk teman seperjuangan dari MANSAPA, Lokahita Az-zahroh dan Syifa Kirana Alfiah S. terimakasih support nya guys.
15. Teman-teman dan bapak ibu tim SANJO, Alya, Adit, Nuri, Rafly, Kak Aini, Kak Dhea, Bang Rahmat, Pak Zainal Abidin dan Umi, terimakasih banyak untuk kesempatannya bergabung di tim PMW ini.
16. Teman-teman satu PA, Chindy, Ayu, dan Husnil terimakasih banyak guys.
17. Teman-teman Tim Medinfo, Pia, Kak Nisa, dan Kak Intan, terimakasih untuk segala cerita suka dukanya selama waktu bertugas.
18. Teman-teman dan kakak-kakak BPH Aurum, terimakasih banyak karena memberi kesempatan untuk bergabung.
19. Untuk teman-teman Kimia Angkatan 20, Elis, Nadiah, Almer, Risma, Indah, Hanifah, Sandi, Moli, Eva, Errinda, Nandy, Icak, Fenti, Masayu, Kamilah, Nana, Kevin, Siti Fath, Yayasan, Resti, Dina L, Caca, Zaharo, Citra, Maria, Pithri, Novta, Tiara dan kawan-kawan lainnya terimakasih untuk support dan bantuannya selama ini.
20. Untuk kak Lidia, kak Iqfini, kak Sari, kak Suminah, bang Rizki, kak Zen, bang David, kak Lia, kak Selvi, kak Dila, kak Tiara 18 dan bang Tiur 18 dan kakak-kakak Kimia Angkatan 19 dan Angkatan 18 lainnya, terimakasih banyak atas nasihat dan ilmunya selama masa perkuliahan sampai dengan tahap skripsi akhir penulis.
21. Teman-teman Kimia Angkatan 21 Mutiah, Nyiayu, Ajeng, Annisa Falihah, Nike, Amel, Aan, Amirah, Cindy, Ni'ma, Mia dan adik-adik lainnya, semangatt, sehat selalu dan suksess.

22. Teman-teman Kimia angkatan 2022, Rere, Herlina, Dini, Anggi, Meladia, Naurah, Ranov dan teman-teman lain dari kelas A, B, C semangat, sehat selalu dan sukses.

23. Untuk Para Staff Analis (Yuk Nur, Yuk Yanti, Yuk Niar, Yuk Desi) terimakasih berkat bantuannya selama penulis melakukan penelitian.

24. Kepada semua orang-orang yang telah membantu dan mendoakan saya hingga dapat menyelesaikan penelitian dan skripsi ini dengan baik.

Dengan kerendahan hati, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua serta pengembangan ilmu kimia di masa yang akan datang.

Inderalaya, 22 Oktober 2024

Penulis

SUMMARY

SYNTHESIS OF SILVER NANOPARTICLES (AgNPs) USING BARK EXTRACT OF *Antidesma ghaesembilla* PLANT AND ANTIBACTERIAL ACTIVITY TEST AGAINST *Staphylococcus aureus* AND *Escherichia coli*

Melanie Putria Dewita Sari: supervised by Dr. Eliza, M.Si. and Dr. Desnelli, M.Si.
Chemistry Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya
University

xix + 83 pages, 12 tables, 22 figures, 13 appendices

Silver nanoparticles (AgNPs) are used as an alternative way to overcome antibiotic resistance because silver nanoparticles have antibacterial properties. Therefore, this research aimed to synthesize silver nanoparticles with an environmentally friendly method using bark extract of Sendulang (*Antidesma ghaesembilla*) and antibacterial activity against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. The research started by mixing 40 mL of 1 mM AgNO₃ with bark extract of *A. ghaesembilla* in various volumes (3 mL, 5 mL, 7 mL) and heated at various temperatures (50°C, 60°C, 70°C) for 1 hour. The ability of bark extract *A. ghaesembilla* to reduce Ag⁺ ions to Ag⁰ was indicated by the color change in the AgNPs colloid from clear to brownish yellow. The observation was also supported by the UV-Vis spectrum of AgNPs which appeared in the wavelength range of 400-460 nm at 433 nm, which is a typical SPR absorption region of silver nanoparticles.

The optimum conditions for AgNPs synthesis were made using variations in extract volume, heating temperature, and incubation time. The optimum conditions obtained were at 5 mL extract volume, 60°C temperature and 240 hours incubation time. AgNPs from the optimum condition was further characterized using FTIR and XRD. The results of FTIR characterization of silver nanoparticles from the optimum conditions show that OH groups acted as reducers and stabilizers of silver nanoparticles. The results of XRD characterization of silver nanoparticles from the optimum conditions showed diffraction angles 2θ of 38.16°, 44.36°, 64.64°, and 77.00° which were in accordance with JCPDS No. 04-0783 data for silver nanoparticles, the crystal size was calculated using the Scherrer equation and obtained a crystal size of 17.67 nm in the form of FCC (Face Centered Cubic) crystals. The results of the AgNPs antibacterial activity obtained a clear zone diameter of 9 mm on *S. aureus* and 8.5 mm on *E. coli* with its inhibitory ability in the medium category.

Keywords : Silver Nanoparticles, *Antidesma ghaesembilla*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*

Citations : 83 (2011-2024)

RINGKASAN

SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK (NPAg) MENGGUNAKAN EKSTRAK KULIT BATANG *Antidesma ghaesembilla* DAN UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI *Staphylococcus aureus* DAN *Escherichia coli*

Melanie Putria Dewita Sari: dibimbing oleh Dr. Eliza, M.Si. dan Dr. Desnelli, M.Si
Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas
Sriwijaya

xix + 83 halaman, 12 tabel, 22 gambar, 13 lampiran

Nanopartikel perak (NPAg) dijadikan sebagai inovasi dalam mengatasi resistensi antibiotik dikarenakan nanopartikel perak memiliki sifat sebagai antibakteri. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mensintesis nanopartikel perak dengan metode ramah lingkungan menggunakan ekstrak kulit batang Sendulung (*Antidesma ghaesembilla*) dan uji aktivitas antibakterinya terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Penelitian diawali dengan mencampurkan 40 mL AgNO₃ 1 mM dengan ekstrak kulit batang *A. ghaesembilla* dalam variasi volume (3 mL, 5 mL, 7 mL) dan dipanaskan pada variasi temperatur (50° C, 60° C, 70° C) selama 1 jam. Kemampuan ekstrak kulit batang *A. ghaesembilla* mereduksi ion Ag⁺ menjadi Ag⁰ ditandai dengan adanya perubahan warna pada koloid NPAg dari bening menjadi kuning kecoklatan. Pengamatan juga didukung dari spektrum UV-Vis NPAg yang muncul pada rentang panjang gelombang 400-460 nm yaitu di 433 nm, yang merupakan daerah serapan SPR yang khas dari nanopartikel perak.

Kondisi optimum sintesis NPAg dibuat dengan menggunakan variasi volume ekstrak, temperatur pemanasan, dan waktu inkubasi. Kondisi optimum NPAg didapat yaitu pada volume ekstrak 5 mL, temperatur 60° C dan waktu inkubasi selama 240 jam. NPAg dari kondisi optimum dikarakterisasi lebih lanjut menggunakan FTIR dan XRD. Hasil karakterisasi FTIR nanopartikel perak dari kondisi optimum menunjukkan bahwa gugus OH berperan sebagai pereduksi dan penstabil nanopartikel perak. Hasil karakterisasi XRD nanopartikel perak dari kondisi optimum menunjukkan sudut difraksi 2θ yaitu 38,16°, 44,36°, 64,64°, dan 77,00° yang mana telah sesuai dengan data JCPDS No. 04-0783 untuk nanopartikel perak, ukuran kristal dihitung menggunakan persamaan Scherrer dan didapat ukuran kristal sebesar 17,67 nm dalam bentuk kristal FCC (*Face Centered Cubic*). Hasil uji aktivitas antibakteri NPAg ekstrak kulit batang *A. ghaesembilla* didapatkan diameter zona bening sebesar 9 mm pada bakteri *S. aureus* dan 8,5 mm pada bakteri *E. coli* dengan kemampuan daya hambatnya di kategori sedang.

Kata kunci : Nanopartikel Perak, *Antidesma ghaesembilla*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*

Sitasi : 83 (2011-2024)

DAFTAR PUSTAKA

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| HALAMAN PERSETUJUAN | iii |
| PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH | iv |
| HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS | v |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | vi |
| KATA PENGANTAR | vii |
| SUMMARY | xi |
| RINGKASAN | xii |
| DAFTAR GAMBAR | xvi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xviii |
| DAFTAR TABEL | xix |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Tumbuhan Ande-ande (<i>Antidesma ghaesembilla</i>)..... | 5 |
| 2.2 Kandungan Kimia Tumbuhan <i>Antidesma</i> | 6 |
| 2.3 Skrining Fitokimia | 10 |
| 2.4 Nanopartikel Perak (NPAg)..... | 11 |
| 2.5 Sintesis Nanopartikel Perak (NPAg) | 12 |
| 2.6 Karakterisasi Nanopartikel Perak (NPAg)..... | 14 |
| 2.6.1 Spektrofotometri UV-Vis | 14 |
| 2.6.2 Spektrofotometri <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR)..... | 15 |
| 2.6.3 <i>X-ray Diffraction</i> (XRD) | 17 |
| 2.7 Uji Aktivitas Antibakteri | 18 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | 20 |
| 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian..... | 20 |
| 3.2 Alat dan Bahan Penelitian..... | 20 |

| | | |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.2.1 | Alat Penelitian..... | 20 |
| 3.2.2 | Bahan Penelitian | 20 |
| 3.3 | Prosedur Penelitian | 21 |
| 3.3.1 | Pengumpulan sampel | 21 |
| 3.3.2 | Uji Skrining Fitokimia | 21 |
| 3.3.3 | Preparasi Ekstrak Kulit Batang Tumbuhan | 23 |
| 3.3.4 | Persiapan prekursor..... | 23 |
| 3.3.5 | Sintesis Nanopartikel Perak (NPAg) | 23 |
| 3.3.6 | Penentuan Kondisi Optimum Sintesis NPAg | 23 |
| 3.3.7 | Pengumpulan Nanopartikel Perak (NPAg)..... | 25 |
| 3.4 | Karakterisasi Nanopartikel Perak (NPAg)..... | 25 |
| 3.4.1 | Spektrofotometer UV-Vis..... | 25 |
| 3.4.2 | <i>Fourier Transform Infra-Red</i> (FTIR) | 25 |
| 3.4.3 | <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)..... | 25 |
| 3.5 | Preparasi Uji Bakteri..... | 27 |
| 3.5.1 | Sterilisasi Alat dan Bahan..... | 27 |
| 3.5.2 | Pembuatan Media <i>Nutrient Agar</i> (NA)..... | 27 |
| 3.5.3 | Pembuatan Media <i>Nutrient Broth</i> (NB) | 27 |
| 3.5.4 | Peremajaan Bakteri | 28 |
| 3.5.5 | Pembuatan Suspensi Bakteri..... | 28 |
| 3.5.6 | Uji Aktivitas Antibakteri | 28 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... | | 29 |
| 4.1 | Skrining Fitokimia Kulit Batang <i>A. ghaesembilla</i> | 29 |
| 4.2 | Sintesis Nanopartikel Perak (NPAg) | 36 |
| 4.3 | Penentuan Kondisi Optimum Sintesis NPAg | 39 |
| 4.3.1 | Pengaruh Variasi Volume Ekstrak..... | 39 |
| 4.3.2 | Variasi Temperatur Pemanasan | 41 |
| 4.3.3 | Pengaruh Waktu Inkubasi..... | 42 |
| 4.4 | Karakterisasi NPAg Ekstrak Kulit Batang <i>A. ghaesembilla</i> | 45 |
| 4.4.1 | Karakterisasi Spektrofotometer FTIR..... | 46 |
| 4.4.2 | Karakterisasi XRD | 47 |
| 4.4 | Uji Aktivitas Antibakteri NPAg | 50 |

| | |
|-----------------------------------------|-----------|
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 54 |
| 5.1 Kesimpulan | 54 |
| 5.2 Saran | 55 |
| DAFTAR PUSTAKA | 56 |
| LAMPIRAN | 64 |
| DAFTAR RIWAYAT HIDUP | 84 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 1. | Tanaman Ande-ande (<i>A. ghaesembilla</i>): (a) kulit batang dan buah, (b) daun, (c) bunga | 5 |
| Gambar 2. | Ekstrak kulit batang <i>A. ghaesembilla</i> membentuk 2 lapisan.... | 30 |
| Gambar 3. | Uji senyawa alkaloid dengan penambahan reagen (a) Mayer (b) Wagner (c) Dragendorff..... | 30 |
| Gambar 4. | Mekanisme uji senyawa alkaloid reagen Mayer | 31 |
| Gambar 5. | Mekanisme uji senyawa alkaloid reagen Wagner | 31 |
| Gambar 6. | Mekanisme uji senyawa alkaloid reagen Dragendorff..... | 32 |
| Gambar 7. | (a) Uji Fenolik sebelum ditambahkan FeCl ₃ (b) Uji Fenolik sesudah ditambahkan FeCl ₃ | 32 |
| Gambar 8. | Mekanisme uji senyawa fenolik dengan menggunakan pereaksi FeCl ₃ | 32 |
| Gambar 9. | (a) Uji senyawa Flavonoid ekstrak metanol sebelum penambahan reagen; ekstrak metanol dengan penambahan reagen: (b) HCl pekat + serbuk Mg (c) NaOH 10% | 33 |
| Gambar 10. | Mekanisme uji senyawa flavonoid dengan reagen HCl + serbuk Mg..... | 34 |
| Gambar 11. | (a) Ekstrak metanol (b) Ekstrak metanol dengan penambahan air..... | 34 |
| Gambar 12. | Uji senyawa saponin ekstrak metanol kulit batang <i>A. ghaesembilla</i> dengan penambahan air..... | 35 |
| Gambar 13. | (a) ekstrak kulit batang <i>A. ghaesembilla</i> dengan 2 lapisan (b) Uji senyawa terpenoid steroid dari lapisan kloroform direaksikan dengan anhidrida asetat dan asam sulfat..... | 36 |
| Gambar 14. | (a) Larutan ekstrak kulit batang <i>A. ghaesembilla</i> 10% (b) Larutan AgNO ₃ 1 mM (c) Campuran ekstrak dan larutan AgNO ₃ sebelum pemanasan (d) Koloid NPAg setelah pemanasan 1 jam | 36 |
| Gambar 15. | Spektrum UV-Vis NPAg ekstrak kulit batang <i>A. ghaesembilla</i> , ekstrak kulit batang <i>A. ghaesembilla</i> 10%, dan larutan AgNO ₃ 1 mM | 38 |
| Gambar 16. | Spektrum UV-Vis variasi volume ekstrak sintesis NPAg..... | 40 |
| Gambar 17. | Spektrum UV-Vis variasi temperatur sintesis NPAg..... | 41 |
| Gambar 18. | Spektrum UV-Vis NPAg ekstrak kulit batang <i>A. ghaesembilla</i> terhadap pengaruh waktu..... | 43 |
| Gambar 19. | Perubahan warna koloid NPAg dari 0 jam sampai 240 jam..... | 45 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 20. Spektrum FTIR kulit batang <i>A. ghaesembilla</i> dan nanopartikel perak (NPAg)..... | 46 |
| Gambar 21. Difraktogram NPAg ekstrak kulit batang <i>A. ghaesembilla</i> | 48 |
| Gambar 22. Uji aktivitas antibakteri; (a) bakteri <i>S. aureus</i> (b) bakteri <i>E. coli</i> | 51 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | | |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Lampiran 1. | Skema Kerja Skrining Fitokimia | 65 |
| Lampiran 2. | Sintesis Nanopartikel Perak (NPAg) | 68 |
| Lampiran 3. | Kondisi Optimal Pada Volume Ekstrak Kulit Batang <i>A. ghaesembilla</i> | 69 |
| Lampiran 4. | Kondisi Optimal Temperatur Pemanasan Sintesis Nanopartikel Perak (NPAg)..... | 70 |
| Lampiran 5. | Pemurnian Padatan Nanopartikel Perak (NPAg)..... | 71 |
| Lampiran 6. | Skema Kerja Uji Aktivitas Antibakteri..... | 72 |
| Lampiran 7. | Perhitungan Nilai Absorbansi FTIR Kulit Batang <i>A. ghaesembilla</i> | 73 |
| Lampiran 8. | Perhitungan Penentuan Ukuran Kristal NPAg dan Penentuan Struktur Kristal..... | 74 |
| Lampiran 9. | Perhitungan Kadar Nanopartikel Perak (NPAg) Ekstrak Kulit Batang <i>A. ghaesembilla</i> | 77 |
| Lampiran 10. | Perhitungan Kadar Kontrol + (<i>Amoxicilin</i>) Pada Uji Antibakteri..... | 79 |
| Lampiran 11. | Perhitungan Kadar Ekstrak 10% dan Kadar AgNO ₃ Pada Uji Antibakteri..... | 80 |
| Lampiran 12. | Diameter zona bening pada bakteri <i>S. aureus</i> dan <i>E. coli</i> | 81 |
| Lampiran 13. | Gambar Penelitian..... | 82 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 1. | Daftar bilangan gelombang pada spektrum IR..... | 16 |
| Tabel 2. | Penentuan Struktur Kristal | 18 |
| Tabel 3. | Sudut difraksi standar nanopartikel perak..... | 26 |
| Tabel 4. | Hasil uji skrining fitokimia kulit batang <i>A. ghaesembilla</i> | 29 |
| Tabel 5. | Data Analisis UV-Vis pembentukan NPAg..... | 38 |
| Tabel 6. | Data Analisis UV-Vis koloid NPAg terhadap variasi volume..... | 40 |
| Tabel 7. | Data Analisis UV-Vis koloid NPAg terhadap variasi temperatur . | 42 |
| Tabel 8. | Data Analisis UV-Vis koloid NPAg terhadap pengaruh waktu..... | 43 |
| Tabel 9. | Data peak NPAg ekstrak kulit batang <i>A. ghaesembilla</i> dan data JCPDS nanopartikel perak No.04-0783 | 49 |
| Tabel 10. | Data ukuran kristal NPAg ekstrak kulit batang <i>A. ghaesembilla</i> melalui persamaan Scherrer | 49 |
| Tabel 11. | Data perhitungan analisis ukuran kristal NPAg ekstrak kulit batang <i>A. ghaesembilla</i> | 50 |
| Tabel 12. | Diameter zona bening dan kategori kekuatan antibakteri pada bakteri <i>S. aureus</i> dan <i>E. coli</i> | 52 |

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyakit infeksi masih menjadi masalah kesehatan yang telah lama berlangsung di kehidupan manusia. Contoh penyakit umum yang sering dialami manusia seperti, batuk, sakit perut, flu, dan diare merupakan penyakit yang disebabkan adanya paparan mikroba dari udara, kontak fisik, makanan dan minuman, ataupun gigitan serangga (Soni *et al.*, 2024). Penyakit infeksi ini disebabkan masuknya mikroorganisme (virus, bakteri, fungi, dan parasit) ke dalam jaringan tubuh sehingga tubuh mengalami peradangan (Ervianingsih dkk, 2019).

Penyakit Infeksi ini sering terjadi pada masyarakat, sehingga hal ini mengakibatkan penggunaan antibiotik menjadi terus meningkat. Namun penggunaan antibiotik yang tidak tepat dan berlebihan dapat menyebabkan masalah baru seperti resistensi antibiotik. Resistensi antibiotik biasanya disebabkan penggunaan antibiotik yang salah terhadap penyakit tertentu dan kemungkinan mikroorganisme yang bermutasi menjadi lebih kebal terhadap antibiotik (Putra dkk, 2019), sehingga resistensi antibiotik ini menjadi suatu permasalahan utama yang dihadapi industri medis. Para peneliti pun mencari alternatif baru untuk memecahkan masalah resistensi bakteri dan salah satu inovasinya berupa nanopartikel (Dewi dkk, 2023).

Nanopartikel merupakan partikel yang berada dalam kisaran nano yang memiliki ukuran dari 1 hingga 100 nm (Rautela *et al.*, 2019). Nanopartikel telah diaplikasikan pada berbagai bidang seperti bidang kosmetik, transportasi, energi, dan sebagai agen antimikroba. Nanopartikel Perak (NPAg) adalah salah satu nano logam yang banyak diteliti karena memiliki sifat antibakteri, memiliki kualitas optik yang baik, harga yang terjangkau dan tidak toksik di kulit manusia (Karim dkk, 2022).

NPAg dapat disintesis melalui metode fisika, kimia, dan biologi. Sintesis nanopartikel perak dengan metode fisika diperlukan instrumen yang mahal dan waktu yang diperlukan cukup lama. Di sisi lain, metode kimia menggunakan bahan kimia seperti natrium sitrat ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$) dan natrium tetrahidroborat (NaBH_4)

dimana penggunaan pelarut berbahan kimia tersebut menghasilkan produk samping dan memiliki efek toksik terhadap manusia sehingga dapat meningkatkan efek buruk dalam pengaplikasiannya terutama dalam bidang medis (Manik *et al.*, 2020). Metode biologi merupakan metode yang relatif lebih aman, lebih murah, dan ramah lingkungan. Metode ini menggunakan bahan dari tumbuhan atau mikroorganisme. Salah satunya, penggunaan ekstrak tumbuhan mampu menjadi pereduksi dan agen penstabil dalam sintesis nanopartikel perak (Putra dkk, 2023).

Sintesis NPAg dengan metode biologi telah banyak dilaporkan sebelumnya. Beberapa tanaman dilaporkan berhasil mereduksi ion Ag^+ pada sintesis NPAg seperti tanaman *Moringa oleifera* (Asif *et al.*, 2022) dan *Eugenia roxburghii* (Giri *et al.*, 2022). Penelitian sintesis NPAg ini menggunakan sampel tanaman Ande-ande (*Antidesma ghaesembilla*) sebagai bioreduktor dalam sintesis NPAg. Di daerah kabupaten Ogan Ilir, tanaman ini dikenal dengan tanaman Sendulang, dimana banyak masyarakat memanfaatkan tanaman ini seperti kulit kayu dan batangnya yang dapat mengobati rematik, batuk, diare, serta dapat memperlancar haid. Buahnya digunakan untuk bumbu pada pengolahan masakan daging (Dwiartama dkk, 2021). Daunnya digunakan sebagai bumbu masakan dan obat sakit kepala (Schäfer *et al.*, 2017).

Menurut penelitian Schäfer *et al.* (2017) kulit batang *A. ghaesembilla* mengandung senyawa golongan fenolik seperti chavibetol, senyawa golongan alkaloid seperti asperphenamate, dan beberapa glikosida. Habib *et al.* (2011) melaporkan ekstrak metanol dari *Antidesma ghaesembilla* memiliki bioaktivitas sebagai antibakteri dan antioksidan. Namun, tumbuhan genus *Antidesma* lainnya juga dilaporkan memiliki bioaktivitas seperti akar *A. acidum* yang berpotensi sebagai antikanker dan tumbuhan *A. bunius* dan *A. thwaitesianum* memiliki aktivitas antioksidan (Ngoc *et al.*, 2024).

Menurut Zulaicha dkk (2021), gugus fungsi OH pada suatu senyawa seperti fenolik, diyakini dapat mereduksi ion Ag^+ menjadi Ag^0 , sehingga kulit batang *A. ghaesembilla* ini dapat menjadi reduktor untuk sintesis nanopartikel perak. Namun saat ini, belum ada yang melaporkan penelitian sintesis nanopartikel perak dari ekstrak kulit batang *A. ghaesembilla*. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai sintesis nanopartikel perak dengan bioreduktornya berupa ekstrak kulit

batang *A. ghaesembilla* dan uji aktivitas antibakterinya terhadap *S. aureus* dan *E. coli*. Sintesis ini dilakukan dengan membuat variasi volume ekstrak, temperatur pemanasan, dan waktu inkubasi serta pengkarakterisasian nanopartikel perak dengan alat spektrofotometer UV-Vis, FTIR (*Fourier Transform Infrared*), dan XRD (*X-Ray Diffraction*).

1.2 Rumusan Masalah

1. Apa saja golongan senyawa metabolit sekunder yang ada pada kulit batang *A. ghaesembilla*?
2. Apakah ekstrak kulit batang *A. ghaesembilla* dapat dijadikan sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel perak?
3. Bagaimana kondisi optimal sintesis nanopartikel perak dengan menggunakan ekstrak kulit batang *A. ghaesembilla* dan bagaimana karakterisasi dari hasil nanopartikel perak yang terbentuk?
4. Bagaimana kemampuan aktivitas antibakteri nanopartikel perak ekstrak kulit batang *A. ghaesembilla* terhadap bakteri *S. aureus* dan *E. coli*?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui golongan senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam kulit batang *A. ghaesembilla* dengan metode skrining fitokimia.
2. Mensintesis nanopartikel perak menggunakan bioreduktor berupa ekstrak kulit batang *A. ghaesembilla*.
3. Menentukan kondisi optimal sintesis nanopartikel perak dengan memvariasikan volume ekstrak kulit batang *A. ghaesembilla*, temperatur pemanasan, dan waktu inkubasi serta mengetahui karakteristik nanopartikel perak dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis, FTIR dan XRD.
4. Menguji kemampuan aktivitas antibakteri nanopartikel perak ekstrak kulit batang *A. ghaesembilla* pada kondisi optimal terhadap bakteri *S. aureus* dan *E. coli*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini untuk mengetahui kemampuan ekstrak kulit batang *A. ghaesembilla* sebagai reduktor dalam sintesis NPAg dan mengetahui kondisi optimal sintesis NPAg serta karakterisasi dari NPAg yang terbentuk. Pengujian aktivitas antibakteri NPAg terhadap bakteri *S. aureus* dan *E. coli* juga dapat diketahui dengan harapan hasil penelitian dapat dijadikan acuan untuk pengaplikasian bahan antibiotik yang aman digunakan kedepan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidi, N. 2022. *FTIR Microspectroscopy: Selected Emerging Applications*. Swiss: Springer International Publishing.
- Agustina, S., Ruslan, dan Wiraningtyas, A. 2016. Skrining Fitokimia Tanaman Obat di Kabupaten Bima. *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*. 4(1): 71–76.
- Ahmad, S.A., Das, S.S., Khatoon, A., Ansari, M.T., Afzal, M., Hasnain, M.S., and Nayak, A.K. 2020. Bactericidal Activity of Silver Nanoparticles: A Mechanistic Review. *Materials Science For Energy Technologies Journal*. 3(2020): 756-769.
- Ahmadi, S. 2020. The Importance of Silver Nanoparticles in Human Life. *Advances in Applied NanoBio-Technologies*. 1(1): 23-27.
- Al-Otibi, F., Perveen, K., Al-Saif, N.A., Alharbi, R.I., Bokhari, N.A., Albasher, G., Al-Otaibi, R.M., and Al-Mosa, M.A. 2021. Biosynthesis of Silver Nanoparticles Using *Malva parviflora* and Their Antifungal Activity. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 28: 2229-2235.
- Asif, M., Yasmin, R., Asif, R., Ambreen, A., Mustafa, M., and Umbreen, S. 2022. Green Synthesis of Silver Nanoparticles (NPAg), Structural Characterization, and Their Antibacterial Potential. *Dose-Response*. 20(1): 1–11.
- Azizah, M., Lingga, L. S., & Rikmasari, Y. 2020. Uji Aktivitas Antibakteri Kombinasi Ekstrak Etanol Daun Seledri (*Apium graveolens* L.) dan Madu Hutan Terhadap Beberapa Bakteri Penyebab Penyakit Kulit. *Jurnal Penelitian Sains*. 22(1): 37.
- Badhe, N., Shitole, P., Chaudhari, Y., Matkar, S., Jamdhade, P., Gharat, T., and Doke, R. 2023. Nanoparticles in Cosmetics: The Safety and Hidden Risks. *Biological Forum-An International Journal*. 15(5): 1156-1161.
- Balouiri, M., Sadiki, M., and Ibsouda, S.K. 2016. Methods For in Vitro Evaluating Antimicrobial Activity: A Review. *Journal of Pharmaceutical Analysis*. 6 (2016): 71-79.
- Beasley, M.M., Bartelink, E.J., Taylor, L., and Miller, R.M. 2014. Comparison of Transmission FTIR, ATR, and DRIFT Spectra: Implications For Assessment of Bone Bioapatite Diagenesis. *Journal of Archaeological Science*. 46: 16-22.
- Bere, M.L., Sibarani, J., dan Manurung, M. 2019. Sintesis Nanopartikel Perak (NPAg) Menggunakan Ekstrak Air Daun Kemangi (*Ocimum sanctum* Linn.) dan Aplikasinya Dalam Fotodegradasi Zat Warna Metilen Biru. *Cakra Kimia*. 7(2): 155-164.
- Breijyeh, Z., Jubeh, B., and Karaman, R. 2020. Resistance of Gram-Negative

- Bacteria to Current Antibacterial Agents and Approaches to Resolve It. *Molecules*. 25(6): 1-23.
- Bykkam, S., Ahmadipour, M., Narisngam, S., Kalagadda, V.R., and Chidurala, S.C. 2015. Extensive Studies on X-Ray Diffraction of Green Synthesized Silver Nanoparticles. *Advances in Nanoparticles*. 4(01): 1–10.
- Cho, J., Jung, H., Kang, D.Y., Sp, N., Shin, W., Lee, J., Park, B.G., Kang, Y.A., Jang, K.J., and Bae, S.W. 2023. The Skin-Whitening and Antioxidant Effects of Protocatechuic Acid (PCA) Derivatives in Melanoma and Fibroblast Cell Lines. *Current Issues in Molecular Biology*. 45: 2157-2169.
- Cuong, L. C. V, Trang, D.T, Cuc, N.T., Nhiem, N.X., Yen, P.H., Anh, H.L.T., Huong, L.M., Minh, C.V., and Kiem, P.V. 2015. Flavonoid Glycosides From *Antidesma ghaesembilla*. *Vietnam Journal of Chemistry*. 53(2e): 94–97.
- Dhaka, A., Mali, S.C., Sharma, S., and Trivedi, R. 2023. A Review On Biological Synthesis of Silver Nanoparticles and Their Potential Applications. *Result in Chemistry*. 6(2023): 101108.
- Darmawan, Loeksmanto, Waloejo, dan Liong, T.H. 1987. *Fisika Zat Padat*. Jakarta: Karunika Universitas Terbuka.
- Das, S., Parida, R., sandeep, I.S., Nayak, S., and Mohanty, S. 2016. Biotechnological Intervention in Betelvine (*Piper Betle* L.): A Review On Recent Advances and Future Prospects. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*. 9(10): 938-946.
- Dewi, F. R. P., Lim, V., Rosyidah, A., Fatimah, Wahyuningsih, S. P. A., dan Zubaidah, U. 2023. Characterization of Silver Nanoparticles (NPAg) Synthesized From *Piper ornatum* Leaf Extract and Its Activity Against Food Borne Pathogen *Staphylococcus aureus*. *Biodiversitas*. 24(3): 1742–1748.
- Dwiartama, A., Pratama, M. F., Saputri, S. R., & Irsyam, A. S. D. 2021. *Field Guide Buah Lokal Jawa Barat*. Bandung: ITB Press
- Ervianingsih., Mursyid, M., Annisa, R.N., Zahran, I., Langkong, J., dan Kamaruddin, I. 2019. Antimicrobial Activity of *Moringa* Leaf (*Moringa oleifera* L.) Extract Against The Growth of *Staphylococcus epidermidis*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 343(1): 6-10.
- Erwan, M. O., & Parbuntari, H. 2023. Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder pada Daun Salam (*Syzygium polyanthum*. *Chemistry Journal of Universitas Negeri Padang*). 12(3): 31.
- Fabiani, V. A., Putri, M. A., Saputra, M. E., & Indriyani, D. P. 2019. Synthesis of Nano Silver Using Bioreductor of *Tristanopsis merguensis* Leaf Extracts and Its Antibacterial Activity Test. *JKPK (Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia)*. 4(3): 172.

- Frisvad, J.C., Houbraken, J., Popma, S., and Samson, R.A. 2013. Two New *Penicillium* Species *Penicillium buchwaldii* and *Penicillium spathulatum*, Producing The Anticancer Compound Asperphenamate. *FEMS Microbiol.* 399(2): 77-92.
- Giri, A. K., Jena, B., Biswal, B., Pradhan, A.K., Arakha, M., Acharya, S., and Acharya, L. 2022. Green Synthesis and Characterization of Silver Nanoparticles Using *Eugenia roxburghii* DC. Extract and Activity Against Biofilm-Producing Bacteria. *Scientific Reports.* 12(1): 1–9.
- Gonzales, R. L., Shen, C. C., Lee, I. J., Don, M. J., and Ragasa, C. Y. 2019. Chemical Constituents of The Plant *Antidesma ghaesembilla*. *Chemistry of Natural Compounds.* 55(2): 382–385.
- Gudikandula, K., and Maringanti, C.S. 2016. Synthesis of Silver Nanoparticles By Chemical and Biological Methods and Their Antimicrobial Properties. *Journal of Experimental Nanoscience.* 11(9): 714-721
- Handoko, V., Yusradinan, A., Nursyahid, A., Wandira, A., dan Wulandari, A. P. 2022. Green Synthesis Nanopartikel Perak dengan Bioreduktor Ekstrak Daun Rami (*Boehmeria nivea*) melalui Iradiasi Microwave. *Chimica et Natura Acta.* 10(1): 15–21.
- Hasan, H., Suryadi, A. M. A., Hiola, F., Putri, D. R., Papeo, dan Salwa, I. I. 2023. Uji Toksisitas Ranting Patah Tulang (*Euphorbia tirucalli* L .) Menggunakan Metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT). *Journal Syifa Sciences and Clinical Research.* 5(3): 382–391.
- HemLata, Meena P.R., Singh, A.P., and Tejavath, K.K. 2020. Biosynthesis of Silver Nanoparticles Using *Cucumis prophetarum* Aqueous Leaf Extract and Their Antibacterial and Antiproliferative Activity Against Cancer Cell Lines. *ACS Omega.* 5: 5520-5528.
- Holder, C.F., and Schaak, R.E. 2019. Tutorial on Powder X-ray Diffraction for Characterizing Nanoscale Materials. *ACS Nano.* 13(7): 7359-7365.
- Hudaya, A., Radiastuti, N., Sukandar, D., dan Djajanegara, I. 2014. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Air Bunga Kecombrang Terhadap Bakteri *E. coli* dan *S. aureus* Sebagai Bahan Pangan Fungsional. *Jurnal Biologi.* 7(1): 9–15.
- Ider, M., Abderrafi, K., Eddahbi, A., Ouaskit, S., and Kassiba, A. 2017. Silver Metallic Nanoparticles with Surface Plasmon Resonance: Synthesis and Characterizations. *Journal of Cluster Science.* 28(3): 1051-1069.
- Iravani, S., Korbekandi, H., Mirmohammadi, S. V, and Zolfaghari, B. 2014. Synthesis of Silver Nanoparticles: Chemical, Physical and Biological Methods. *Research in Pharmaceutical Sciences.* 9(6): 385–406.
- Irwan, R. Zakir, M., dan Budi, P. 2020. Sintesis Nanopartikel Perak dan Pengaruh Penambahan Asam P-Kumarat Untuk Aplikasi Deteksi Melamin. *Indo. J.*

Chem. Res. 7(2): 141-150.

- Jain, S. and Mehata, M.S. 2017. Medicinal Plant Leaf Extract and Pure Flavonoid Mediated Green Synthesis of Silver Nanoparticles and Their Enhanced Antibacterial Property. *Scientific Reports.* 7(1): 1-14.
- Jose, R.A., Merin, D.D., Arulananth, T. S., & Shaik, N. 2022. Characterization Analysis of Silver Nanoparticles Synthesized from *Chaetoceros calcitrans*. *Journal of Nanomaterials.* 2022: 1-15.
- Kader, S. A., Kabir, M.S.H., Hasan, M., Uddin, S., Ansary, A.A., Noman, M.A., Zaheed, F., Hossain, R., Habib, M.Z., Hossain, I., Hasanat, A., and Islam, R. 2016. Antithrombotic, Cytotoxic and Antibacterial Activities Of Methanol Extract Of *Antidesma ghaesembilla* Gaertn Leaves. *International Journal of Pharmacy.* 6(1), 45–52.
- Kaennakam, S., Sichaem, J., Siripong, P., and Tip-pyang, S. 2013. A New Cytotoxic Phenolic Derivative From The Roots of *Antidesma acidum*. *Natural Product Communications.* 8(8): 1111-1113.
- Karim, F.A., Tungadi, R., dan Thomas, N. A. 2021. Biosintesis Nanopartikel Perak Ekstrak Etanol 96% Daun Kelor (*Moringa oleifera*) dan Uji Aktivitasnya Sebagai Antioksidan. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education.* 2(1): 32–41.
- Khan, I., Saeed, K., and Khan, I. 2019. Nanoparticles: Properties, Applications and Toxicities. *Arabian Journal of Chemistry.* 12: 908-931.
- Kiem, P.V., Cuong, L.C.V., Trang, D.T., Nhiem, N.X., Anh, H.L.T., Tai, B.H., Huong, L.M., Minh, C.V., Lee, T.H., Kim, S.Y., and Kim, S.H. 2017. New Alkaloids and Anti-inflammatory Constituents from The Leaves of *Antidesma ghaesembilla*. *Natural Product Communications.* 12(1): 11-14.
- Kumar, D., Kumar, G., Das, R., and Agrawal, V. 2018. Strong Larvicidal Potential of Silver Nanoparticles (AgNPs) Synthesized Using *Holarrhena antidysenterica* (L.) Wall. Bark Extract Against Malarial Vector, *Anopheles stephensi* Liston. *Process Safety and Environmental Protection.* 116: 137-148.
- Manik, U. P., Nande, A., Raut, S., and Dhoble, S. J. 2020. Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using Plant Leaf Extraction Of *Artocarpus heterophyllus* and *Azadirachta indica*. *Results in Materials.* 6(2020): 100086.
- Masakke, Y., Sulfikar., dan Rasyid, M. 2015. Biosintesis Partikel-nano Perak Menggunakan Ekstrak Metanol Daun Manggis (*Garcinia mangostana* L.) *Jurnal Sainsmat.* 4(1): 28-41.
- Min-Dianey, A., Zhang, H.C., Brohi, A.A., Yu, H., and Xia, X. 2018. Optical Spectra of Composite Silver-Porous Silicon (Ag-Psi) Nanostructure Based Periodical Lattice. *Superlattices and Microstructures.* 115: 168-176.

- Mukhriani., Sugiarna, R., Farhan, N., Rusdi, M., dan Arsul, M.I. 2019. Kadar Fenolik dan Flavonoid Total Ekstrak Etanol Daun Anggur (*Vitis vinifera* L). *Ad-Dawaa' Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2(2): 95-102
- Muthmainah, B. 2017. Skrining Fitokimia Senyawa Metabolit Sekunder Dari Ekstrak Etanol Buah Delima (*Punica granatum* L.) Dengan Metode Uji Warna. *Media Farmasi*. 13(1): 1–8.
- Nallal, V.U.M., Razia, M., Duru, O.A., Ramalingam, G., Chinnappan, S., Chandrasekaran, M., Gengan, R.M., Chung, W.J., Chang, S.W., and Ravindran, B. 2022. Eco-Friendly Synthesis of Multishaped Crystalline Silver Nanoparticles Using Hill Garlic Extract and Their Potential Application as An Antifungal Agent. *Journal of Nanomaterials*. 2022: 1-7.
- Nam, G., Purushothaman, B., Rangasamy, S., and Song, J.M. 2016. Investigating The Versatility of Multifunctional Silver Nanoparticles: Preparation and Inspection of Their Potential as Wound Treatment Agents. *International Nano Letters*. 6(1): 51-63.
- Ngoc, H.N., Phuong, T.L.T., Van, T.V., Thanh, T.P.H., and Huu, T.N. 2024. Phytochemical and Pharmacological Review of The Genus *Antidesma*. *Natural Product Communications*. 19(4): 1-22.
- Nugroho, A,W., dan Riyanto, H.D. 2018. Riparian Vegetation in Production Forest at Cemoro-Modang River, Cepu, Central Java. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*. 7(2): 119–129.
- Omari, N.E., Jaouadi, I., Lahyaoui, M., Benali, T., Taha, D., Bakrim, S., Menyiy, N.E., Kamari, F.E., Zengin, G., Bangar, S.P., Lorenzo, J.M., Galo, M., Montesano, D., and Bouyahya, A. 2022. Natural Sources, Pharmacological Properties, and Health Benefits of Daucosterol: Versatility of Actions. *Applied Science*. 12(12): 5779
- Palithya, S., Gaddam, S.A., Kotakadi, V.S., Penchalaneni, J., Golla, N., Krishna, S.B.N., and Naidu, C.V. 2021. Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using Flower Extracts of *Aerva lanata* and Their Biomedical Applications. *Particulate Science and Technology*. 40(1): 84-96.
- Parikin., Dani, M., Sugeng, B., Purnamasari, N.D., Ahda, S., dan Sukaryo, S.G. 2018. Formulasi Aritmetika Bragg Pada Pengkajian Struktur Kristal Baja Superalloy Tipe F1, A2 dan A2-Aps. *Majalah Ilmiah Pengkajian Industri*. 12(3): 135-144.
- Patabang, I., Kasim, S., dan Taba, P. 2019. Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Daun Kluwak *Pangium edule* Reinw Sebagai Bioreduktor dan Uji Aktivitasnya Sebagai Antioksidan. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*. 10(1): 42-50.
- Patel, S., Raulji, A., Patel, D., Panchal, D., Dalwadi, M., and Upadhayay, U. 2022.

- A Review On “UV Visible Spectroscopy”. *International Journal of Pharmaceutical Research and Applications*. 7(5): 1144-1151.
- Patil, P.C., Jadhav, V.D., and Mahadkar, S.D. 2013. Pharmacognostical Studies On Leaf of *Antidesma ghaesembilla* Gaertn, A Promising Wild Edible Plant. *Der Pharmacia Sinica*. 4(3): 136-142.
- Pradana, D.L.C., Muti, A.F., Rahmi, E.P., Elzuhria, N., A, F., Hanidah, U., Buulolo, F., Hidayat, T.A., Nabilla, F.A., Kaffah, N.S., Syafad, A.M., Putri, N.F., Setiawan, T., Zahra, P.A., dan Rizqi, N. 2023. Antibiotics Sensitivity Test on *Escherichia coli* and *Shigella sonnei* Using Disk with Diffusion and Dilution Methods. *Journal of Research in Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 2(1): 38-47.
- Purnomo, S. R., Rupiasih, N. N., dan Sumadiyasa, M. 2017. Sintesis Nanopartikel Perak Dengan Metode Biologi Menggunakan Ekstrak Tanaman Sambiloto (*Andrographis paniculata* Ness). *Buletin Fisika*. 18(1): 6-11.
- Putra, A.R.S., Effendi, M.H., Koesdarto, S., Suwarno, Tyasningsih, W., dan Estoepangestie, A.T.S. 2019. Identifikasi Bakteri *Escherichia coli* Penghasil *Extended Spectrum B-Lactamase* dari *Swab Rectal* Sapi Perah Menggunakan Metode Vitek-2 Di Kud Tani Wilis Sendang Kabupaten Tulungagung. *Journal of Basic Medicine Veterinary*. 8(2): 108-114.
- Putra, B.I., Sulistyarti, H., Retnowati, R., dan Rafi, M. 2023. An Eco-Friendly Synthesis of Silver Nanoparticles Using Extract of *Capsicum chinense* Jacq. as A Bio-reducing Agent. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*. 26(3): 101–108.
- Qing, Y., Cheng, L., Li, R., Liu, G., Zhang, Y., Tang, X., Wang, J., Liu, H., and Qin, Y. 2018. Potential Antibacterial Mechanism of Silver Nanoparticles and The Optimization of Orthopedic Implants By Advanced Modification Technologies. *International Journal of Nanomedicine*. 13: 3311–3327.
- Rajkumar, G., Jayasinghe, M. R., and Sanmugarajah, V. 2021. Comparative Analytical Study of Phytochemicals in Selected Antidiabetic Medicinal Plant Seeds in Sri Lanka. *Pharmaceutical Sciences and Research*. 8(3): 145–155.
- Rautela, A., Rani, J., and Debnath (Das), M. 2019. Green Synthesis of Silver Nanoparticles From *Tectona grandis* Seeds Extract: Characterization and Mechanism of Antimicrobial Action On Different Microorganisms. *Journal of Analytical Science and Technology*. 10(1): 1-10.
- Reiza, I. A., Rijai, L., dan Mahmudah, F. 2019. Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Kulit Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr). *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*. 10: 104–108.
- Rizki, S. A., Latief, M., Fitriainingsih, dan Rahman, H. 2021. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak N-Heksan, Etil Asetat, dan Etanol Daun Durian (*Durio zibethinus* Linn.) Terhadap Bakteri *Propionibacterium acnes* dan

- Staphylococcus epidermidis*. *JmJ*. 2021: 442–457.
- Sadrolhosseini, A.R., Mahdi, M.A., Alizadeh, F., and Rashid, S.A. 2018. *Laser Ablation Technique for Synthesis of Metal Nanoparticle in Liquid*. London: IntechOpen.
- Saputra, Y. F., Etika, S. B., dan Mulia, M. (2022). Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Pada Jantung Pisang Kapas (*Musa x paradisiaca* L.). *Jurnal Periodic Jurusan Kimia UNP*. 11(3): 1-5.
- Schäfer, S., Schwaiger, S., and Stuppner, H. 2017. Aristolic Acid Derivatives from The Bark of *Antidesma ghaesembilla*. *Planta Medica*. 83(12–13): 1097–1102.
- Shetty, P., Supraja, N., and Garud, M. 2014. Synthesis, Characterization And Antimicrobial Activity of *Alstonia scholaris* Bark-Extract-Mediated Silver Nanoparticles. *Journal of Nanostructure in Chemistry*. 4(4): 161-170.
- Siddiqi, K.S., Husen, A., and Rao, R.A.K. 2018. A Review On Biosynthesis of Silver Nanoparticles and Their Biocidal Properties. *Journal of Nanobiotechnology*. 16(14): 1-28.
- Soni, J., Sinha, S., and Pandey, R. 2024. Understanding Bacterial Pathogenicity: A Closer Look at The Journey of Harmful Microbes. *Frontiers In Microbiology*. 15: 1-14.
- Suharyanto, S., dan Prima, D. A. N. 2020. Penetapan Kadar Flavonoid Total pada Juice Daun Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L.) yang Berpotensi Sebagai Hepatoprotektor dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *Cendekia Journal of Pharmacy*. 4(2): 110–119.
- Suleman, I. F., Sulistijowati, R., Mantau, S. H., dan Nento, W. R. 2022. Identifikasi Senyawa Saponin dan Antioksidan Ekstrak Daun Lamun (*Thalassia hemprichii*). *Jambura Fish Processing Journal*. 4(2): 94–102.
- Suryanarayana, C. and Norton, M.G. 1998. *X-ray Diffraction: A Particle Approach*. Boston: Springer
- Susanthy, D., Santosa, S.J., dan Sunarti, E.S. 2020. Antibacterial Activity of Silver Nanoparticles Capped by *p*-Aminobenzoic Acid on *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Indonesian Journal of Chemistry*. 20(1): 182-189.
- Tapa, F.L., Suryanto, E., dan Momuat, L.I. 2016. Biosintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Empelur Batang Sagu Baruk (*Arenga microcarpha*) dan Aktivitas Antioksidannya. *Chemistry Progress*. 9(1): 8-13.
- Toy, T.S.S., Lampus, B.S., dan Hutagalung, B.S.P. 2015. Uji Daya Hambat Ekstrak Rumput Laut *Gracilaria* sp Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal e-GiGi*. 3(1): 152-159.
- Vishwanath, R., and Negi, B. 2021. Conventional and Green Methods of Synthesis

of Silver Nanoparticles and Their Antimicrobial Properties. *Current Research in Green and Sustainable Chemistry*. 4(2021): 100205

- Wahyudi, T., Sugiyana, D., dan Helmy, Q. 2011. Sintesis Nanopartikel Perak Dan Uji Aktivitasnya Terhadap Bakteri *E. Coli* dan *S. Aureus*. *Arena Tekstil*. 26(1): 55-60.
- Wardhani, R. A. P., dan Supartono. 2015. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kulit Buah Rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) Pada Bakteri. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 4(1): 46–51.
- Yasmin, S., Nouren, S., Bhatti, H.N., Iqbal, D.N., Iftikhar, S., Majeed, J., Mustafa, R., Nisar, N., Nisar, J., Nazir, A., Iqbal, M and Rizvi, H. 2020. Green Synthesis, Characterization and Photocatalytic Applications of Silver Nanoparticles Using *Diospyros lotus*. *Green Processing and Synthesis*. 9: 87-96.
- Yin, I. X., Zhang, J., Zhao, I. S., Mei, M. L., Li, Q., and Chu, C. H. 2020. The Antibacterial Mechanism of Silver Nanoparticles and Its Application in Dentistry. *International Journal of Nanomedicine*. 15: 2555–2562.
- Zulaicha, A. S., Saputra, I.S., Sari, I.P., Ghifari, M.A., Yulizar, Y., Nopiandi, Y., Permana., dan Sudirman. 2021. Green Synthesis Nanopartikel Perak (NPAg) Menggunakan Bioreduktor Alami Ekstrak Daun Ilalang (*Imperata cylindrica* L). *Rafflesia Journal of Natural and Applied Sciences*. 1(1): 11–19.