

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

SKRIPSI

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



Oleh:

Merri Cristina Sihombing

08031282025067

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

2024

HALAMAN PENGESAHAN

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

SKRIPSI

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

Oleh :

MERRI CRISTINA SIHOMBING

08031282025067

Indralaya, 19 Juli 2024

Menyetujui,

Pembimbing

Pembimbing I



**Dr. Eliza, M.Si.
NIP. 196407291991022001**

Pembimbing II



**Fahma Riyanti, M.Si.
NIP. 197204082000032001**

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 Merri Cristina Sihombing (08031282025067) dengan judul "Sintesis Nanopartikel Perak (NPAg) Menggunakan Ekstrak Daun Tumbuhan *Antidesma ghaesembilla* dan Uji Aktivitas Antibakteri Terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*" telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kmia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 18 Juli 2024 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang telah diberikan.

Indralaya, 19 Juli 2024

Ketua

1. **Dra. Fatma, M.Si.**
NIP. 196207131991022001

()

Sekretaris

2. **Dr. Nirwan Syarif, M.Si.**
NIP. 197010011999031003

()

Pembimbing

1. **Dr. Eliza, M.Si.**
NIP. 196407291991022001
2. **Fahma Riyanti, M.Si.**
NIP. 197204082000032001

()
()

Penguji

1. **Prof. Dr. Muharni, M.Si.**
NIP. 196903041994122001
2. **Dr. Muhammad Said, M.T.**
NIP. 197407212001121001

()
()



Mengetahui,

Ketua Jurusan Kmia


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

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : Merri Cristina Sihombing
NIM : 08031282025067
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

Menyatakan bahwa 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 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, 19 Juli 2024



Merri Cristina Sihombing
NIM. 08031282025067

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama Mahasiswa : Merri Cristina Sihombing
NIM : 08031282025067
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 (AgNps) Menggunakan Ekstrak Daun Tumbuhan *Antidesma ghaesembilla* dan Uji Aktivitas Antibakteri Terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*". 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, 19 Juli 2024
Penulis



Merri Cristina Sihombing
NIM. 08031282025067

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Tetaplah Berdoa”
(2 Tesalonika 1:17)

“*Hati yang gembira adalah obat yang manjur,
tetapi semangat yang patah mengeringkan tulang*”
(Amsal 17:22)

“Lakukanlah segala pekerjaanmu dalam kasih”
(1 Korintus 16:14)

“*Dia memberi kekuatan kepada yang lelah dan
menambah semangat kepada yang tiada berdaya*”
(Yesaya 40:29)

“Percayalah kepada Tuhan dengan segenap hatimu,
dan janganlah bersandar kepada pengertianmu sendiri”
(Amsal 3:6)

“**Hold on just the little bit longer, I know it’s gonna be okay;
You’ll find purpose in the pain**”
Katy Nichole

“**This is the truth I’m standing on, Even when all my strength is gone
You are faithful forever and I know You’ll never. Let me fall**”
Leanna Crawford

- **Kesuksesan adalah ketika kamu bermanfaat dan berguna bagi orang lain**
“I love the sky, because when I lift my head, I know that God is looking at me”
Be Loved, Beloved_Me

**Skripsi ini sebagai tanda syukurku kepada :
Tuhan Yesus Kristus**

Dan kupersembahkan kepada :

1. Bapak J.Sihombing dan Mamak D.Girsang tercinta yang menjadi motivasi dan selalu mendukung, mendoakan, menyemangati penulis untuk terus bertahan dan menyelesaikan setiap tugas sampai akhir. Terimakasih telah berjalan bersama dan menunggu sampai berhasil pada tahap ini dan meminta maaf untuk waktu yang cukup lama bagi penulis untuk menyelesaikannya ini. *I love you guys*
2. Abang Hagi, Kak Erda dan Adik Tito tersayang yang selalu ada untuk penulis sebagai teman cerita dan bertukar pikiran. Terima kasih untuk dukungan dan masukkan yang sangat membantu penulis untuk tetap bahagia dan semangat.
3. Keluarga besar Sihombing yang selalu menjadi tempat istirahat bagi penulis yang membawa sukacita dan berkat.
4. Dosen Pembimbing, Dr. Eliza, M.Si dan Fahma Riyanti, M.Si.
5. Seluruh Dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya
6. Tim PP Palembang-Layo
7. Rekan-rekan seperjuangan di jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya
8. Almamater Universitas Sriwijaya
9. Orang-orang yang mencintai penulis.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur hanyalah bagi Tuhan Yesus Kristus yang begitu banyak memberikan berkat dan kekuatan kepada kita sehingga mampu menyelesaikan semua tugas sebagai seorang mahasiswa. Rasa syukur yang dalam penulis ucapkan karena pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Sintesis Nanopartikel Perak (NPAg) Menggunakan Ekstrak Daun Tumbuhan *Antidesma ghaesembilla* dan Uji Aktivitas Antibakteri Terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains di Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Universitas Sriwijaya. Penulis mengucapkan terima kasih yang amat dalam kepada Ibu Dr. Eliza, M.Si dan Ibu Fahma Riyanti, 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 Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam 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.
3. Ibu Prof. Dr. Muharni, M.Si dan Bapak Dr. Muhammad Said, M.T selaku penguji sidang sarjana.
4. Seluruh Dosen FMIPA Kimia Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu, mendidik dan membimbing selama masa kuliah.
5. 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.
6. Seluruh Analis jurusan kimia yang telah memberikan ilmu dan bimbingan selama masa kuliah (Yuk Nur, Yuk Yanti dan Yuk Niar).
7. Kepada Bapak hombing dan Mamak Girsang yang penulis sayangi sebagai kedua orang tua penulis yang sangat penulis cintai, yang selalu siap setiap hari untuk membangunkan penulis, yang selalu menjadi tempat cerita penulis, yang menjadi sumber semangat, kebahagiaan dan dana bagi penulis, yang selalu mendukung dan percaya kepada penulis, yang menjadi alasan penulis dapat tersenyum dan bahagia ditengah pergumulan penulis. Terima kasih telah sabar untuk membantu dan mendukung penulis sampai ketahap ini, yang selalu menerima kekurangan penulis dan selalu ada untuk penulis baik susah maupun senang. *I'm sorry Mom and Dad, for all the time I had, To get my life.*
8. Hagi Antoro Samuel Sihombing, S.Pd. sebagai saudara laki-laki bagi penulis, yang bisa diandalkan, yang selalu peduli dan memperhatikan penulis untuk bisa menghadapi semua tantangan dan perjuangan dalam perkuliahan, yang selalu menjadi panutan bagi penulis untuk bisa mengikuti kegiatan dan organisasi di kampus, yang memberitahu penulis peluang kegiatan dan mengikuti beasiswa, yang selalu bercanda ria ditengah

perjuangan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir, yang selalu ada ketika penulis membutuhkan sesuatu dan yang selalu penulis banggakan karena memiliki semangat yang luar biasa sehingga menjadi panutan bagi penulis dalam menjalani hidup. Terima kasih untuk semua dukungan dan perhatiannya. *I'm so proud that I have a brother like you.*

9. Erda Resita Sihombing, S.Pd sebagai seorang kakak bagi penulis, yang tak henti-hentinya selalu mendukung, mendengarkan dan memberi masukan kepada penulis, yang tidak pernah lelah untuk menghadapi penulis, yang selalu menjadi tempat bagi penulis untuk berkeluh kesah, yang selalu menghibur penulis, yang menjadi korban kenakalan penulis, yang selalu meyakinkan penulis untuk menyelesaikan tugas akhir, yang selalu mengapresiasi setiap langkah kecil yang penulis ambil. Penulis meminta maaf jika menjadi beban untuk sang kakak yang selalu ada untuk penulis. Sekali lagi terima kasih telah ada disamping penulis dan terus menggenggam tangan penulis. *I am so grateful to have a sister like you*
10. Gerand Tito Sihombing sebagai adik tercinta dan tersayang penulis, yang selalu menjemput penulis sepulang kuliah, yang menjadi tempat bercerita penulis tentang perkuliahan, yang menjadi tempat kebahagiaan penulis, yang selalu menghibur penulis, menemani penulis kemana penulis pergi dan yang selalu sabar ketika menghadapi kenakalan penulis. Terimakasih telah menjadi adik yang sangat dicintai penulis. *No matter how much you grow up, you are still my dear little brother.*
11. Melon (Mely) dan Rano (Rani) sebagai teman masa kecil dan seperjuangan penulis, yang selalu bertukar cerita masa kuliah, yang selalu menghabiskan waktu bersama, yang selalu mengajak penulis untuk mencari kebahagiaan, yang sudah berteman dengan penulis sejak kecil, yang selalu pengertian dan membantu penulis dalam duka, yang selalu ada disetiap momen dan selalu tetap ada disamping penulis sampai saat ini. Terimakasih untuk kalian berdua. *Love u guys, mari berjuang sampai gelar ini tertulis di nama kita.*
12. Para sepupu penulis (Tamara, Kak Yuni, Kak Ita, Kak Yanti, Rosa, Bang Andi dan Bang Jonson) yang selalu menghabiskan waktu bersama penulis, yang selalu memberikan semangat, masukan, sukacita dan dukungan, yang selalu menjadi alasan penulis selalu tertawa dan merasa dicintai di keluarga besar yang penuh kasih sayang. Terima kasih untuk kalian, saya harap kita akan menjadi sukses bersama dan tetap memiliki hubungan yang hangat. *Kalian keluarga yang Tuhan anugerahkan untukku.*
13. Untuk keluarga besar lainnya (Pak tua, Mak tua, Uda dan Nanguda), yang selalu menjadi panutan bagi penulis, yang selalu perhatian untuk setiap keadaan yang penulis alami. Terima kasih untuk kalian yang selalu memberikan masukan, saran dan arahan untuk penulis. *Kalian sangat Berharga*
14. Kepada anak-anak PP (Wak Hani, Wak Vira, Wak Yeni, Yuk Melanie, Yuk Jijah, Yuk Vidya, Yuk Nnisa, Yuk Bina) yang selalu ada bersama penulis selama hampir 4 tahun, yang selalu membantu penulis dalam membuat laporan, belajar dan ujian, yang selalu memberi dukungan dan kepercayaan diri untuk penulis. Wak Vira dan Wak Bina yang selalu buat tertawa, Wak Hani dan Wak Yeni yang selalu tertawa bersama penulis, Yuk Jijah dan Yuk Melanie yang mendengar keluh kesah penulis dan Yuk Vidya dan Yuk Nnisa yang selalu ada membantu penulis. Terimakasih telah hadir dan mewarnai kehidupan perkuliahan penulis, PP jaya.....jaya.....jaya.....*Kita bisa, semua ini pasti berlalu*

15. Zeyeng (Lili), Linchuuu (Linda), Cece (Fanny), JK (Rika), Kak enji (Anggie), Helium (Rachel) dan Silpii (Shelvy) yang merupakan teman seperjuangan penulis diwaktu SMA, yang selalu memberikan penulis semangat dari jarak jauh, yang menjadi tempat bercerita dan berkumpul penulis, yang selalu berbagi rasa kehidupan dari setiap jalan hidup yang berbeda. Terima kasih sudah hadir dan menjadi penyemangat awal bagi penulis dalam berkuliah, mari bertemu lagi di masa depan dengan cerita hidup yang lebih hebat lagi. *Aku merindukan kalian.*
16. Lismiani sebagai teman OVT penulis, yang merupakan teman pertama penulis di masa perkuliahan, yang selalu menjadi tempat cerita penulis, yang selalu menjadi orang yang sabar dalam menghadapi penulis, yang sering menjadi bahan ejekan penulis dan selalu menjadi orang yang sering membuat kesal penulis dalam masa tugas akhir, yang selalu membuat penulis pusing dengan semua pertanyaan konyolnya. Penulis berharap Elis bisa terus bertahan dengan semua kegilaan tugas akhir ini, kita wujudkan keberhasilan kita nanti. *Semangat berjuang Elissssssss.*
17. Chindy, Maria, Dimas, Husnil, Almer, Risma, Indah, Sandi, Hanifah dan Moli yang merupakan teman dan rekan asisten bagi penulis, yang telah mengisi semester 7 bersama penulis dengan semua masalah yang terjadi di masa per-asisten praktikum, yang menjadi penyemangat bagi penulis dalam menyelesaikan tugas dan senantiasa disamping penulis dan yang selalu menemani dan membantu penulis dalam semua pemberkasan sidang sampai wisuda. Terima Kasih untuk pengalaman menjadi rekan bersama kalian orang-orang hebat.
18. Keluarga besar Unsri Mengajar terutama “Tadika Mesra” (Cinta, Farah, Anti, Difa, Wawa, Erika, Nida, Amel, Zara, Aca, Agung, Ilham, Fadilla, Dliya, Hanif dan Teen) yang memberikan penulis begitu banyak pengalaman, baik dalam kegiatan organisasi maupun bertahan hidup, yang selalu berbagi cerita yang mengisi kehidupan penulis, yang selalu amat peduli dengan penulis dan sabar menghadapi sifat introversi dan kegilaan penulis. Terima kasih untuk kalian semua, kalian orang baik dan akan menjadi orang yang berguna kedepannya. *Mari bertemu lagi di versi terbaik kita nanti.*
19. Difa sebagai rekan penulis yang baik hati, yang selalu menemani dan membantu penulis dengan sibuknya organisasi, yang menjadi tempat bertukar pikir mengenai keresahan perkuliahan bersama penulis, yang selalu membuat penulis kagum dengan semua pencapaiannya, yang selalu membuat tertawa dan menyemangati penulis, yang selalu perhatian dengan penulis dan telah menjadi rekan terbaik bagi penulis selama satu tahun. Terima kasih sudah bertahan sampai sekarang ya, kamu kuat, kamu hebat dan kamu istimewa. Perjalanan belum selesai, mari terus mendukung sampai semua menjadi cuan. *Me Cuan You.*
20. Mutiara, Andre, Dwi yang merupakan adik asuh penulis, yang selalu menjadi tempat bagi penulis untuk bertukar keluh kesah masa perkuliahan, yang juga menjadi teman bagi penulis, yang selalu memberikan perhatian, semangat dan juga kenangan yang baik bagi penulis. Penulis menjadi orang beruntung ketika memiliki adik asuh seperti kalian. *Semangat kuliahnya adik, penulis senantiasa menunggu kalian untuk sampai di gelar S.Si.*
21. Restri, S.Si sebagai kakak asuh penulis, yang sangat-sangat membantu penulis dalam masa perkuliahan, yang selalu memberikan saran, masukan, yang selalu perhatian dengan penulis dan menjadi tempat candaan bagi penulis. Semangat menempuh masa

- perkuliahan S2, penulis yakin kakak akan menjadi orang sukses dengan semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis.
22. Kelas C angkatan 22 yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu tetapi yang menjadi adik yang selalu menyemangati penulis, yang selalu perhatian dan baik kepada penulis ditengah keresahan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir, yang selalu memberikan lelucon untuk menghibur penulis, yang menjadi tempat cerita, bertukar pikiran dan healing bagi penulis. Terima kasih telah mengisi 2 semester penulis dengan semua kegilaan kalian, kelas C.....Cerdas, Cermat, Ceriaaa. *Mari berjanji akan menjadi mahasiswa yang tidak mengantuk dan Praktikkan yang terbaik.*
 23. Melanie, Alhadyu, Almer, Risma dan Indah sebagai rekan tugas akhir kimia organik penulis, yang selalu membantu penulis dalam masa kesulitan dalam menyelesaikan tugas akhir, yang selalu menjadi tempat bagi penulis untuk bertukar pikiran tentang penelitian maupun keluh kesah. *Kita bisa akhiri semua ini teman-teman.*
 24. Sky dan Zay sebagai pendamping penulis, yang selalu menemani penulis di setiap waktu, yang selalu menjadi tempat cerita, keluh kesah dan kesedihan penulis, yang selalu disamping penulis kemana pun penulis melangkah, yang telah berjuang bersama penulis sampai akhir. Tetaplah bertahan dan selalu disamping penulis, berjalan dan terus dukung dan semangati penulis. Kalian bagian hidup penulis yang paling berharga. Terima kasih banyak telah menjadi tempat berbagi luka bagi penulis. *I Love U*
 25. Me sebagai bagian dari penulis, maaf selalu menjadi egois dengan semua cerita hidup, maaf telah menyusahkan bahkan terlalu memaksa, tapi kamu hebat bisa bertahan sampai ke tahap ini. Jangan pernah lelah, perjuangan kita baru dimulai dengan menutup bagian kisah ini, kamu bisa, kita akan selalu bersama, jangan takut. Terima kasih telah bertahan, aku mencintaimu. *Tetap bersama ku ya.*

SUMMARY

SYNTHESIS OF SILVER NANOPARTICLES (NPAg) USING LEAF EXTRACT OF *Antidesma ghaesembilla* PLANT AND TESTING ANTIBACTERIAL ACTIVITY AGAINST *Escherichia coli* AND *Staphylococcus aureus*

Merri Cristina Sihombing : supervised by Dr. Eliza, M.Si. and Fahma Riyanti, M.Si. Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University

xvii + 83 pages, 9 tables, 16 figures, 13 appendices

Antidesma ghaesembilla or what is known locally as Sendulang has potential as a bioreductor in the synthesis of silver nanoparticles because it contains secondary metabolite compounds, one of which is flavonoids. *A. ghaesembilla* leaves have never been reported or studied for use as a bioreductor in the synthesis of silver nanoparticles. Therefore, this research aims to synthesize silver nanoparticles using *A. ghaesembilla* leaves as well as antibacterial tests against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* bacteria. The synthesis of nanoparticles began by using *Antidesma ghaesembilla* leaf extract which was reacted with 40 mL of 0.001 M AgNO₃ solution at varying extract volumes of 3, 5 and 7 mL and varying synthesis temperatures of 50, 60 and 70 °C for 1 hour. The silver nanoparticles formed were proven using UV-Vis spectrophotometry which showed the appearance of a Surface Plasmonic Resonance (SPR) absorption peak at a wavelength of 400-450 nm. The optimal condition of silver nanoparticles is determined by the absorbance value at the SPR absorption wavelength. Next, silver nanoparticles under optimal conditions were characterized using XRD and FTIR instruments and tested for antibacterial activity. The results of phytochemical screening of the methanol extract of *A. ghaesembilla* leaves show that *A. ghaesembilla* leaves contain secondary metabolite compounds, namely alkaloids, flavonoids, phenolics and terpenoids. The formation of NPAg can be seen visually by changing the color of the solution, namely from colorless to brownish yellow. Optimization results were obtained at a volume of *A. ghaesembilla* leaf extract, namely 7 mL and a temperature of 70 °C with an SPR absorption peak at a wavelength of 441 nm with an absorbance value of 0.837. The results of characterization using 16.38 nm particles with a crystal structure formed in the form of Face Center Cubic (FCC). FTIR results show a decrease in the absorbance value of the -OH group from 0.5154 to 0.1061, which indicates that the -OH functional group plays a role in the reduction reaction and as a stabilizer of the synthesized silver nanoparticles. The yield of AgNPs crystals obtained was 2 grams. AgNPs antibacterial test results of *A. ghaesembilla* leaf extract at a concentration of 2000 ppm against *E. coli* and *S. aureus* bacteria. AgNPs was more effective in inhibiting *S. aureus* bacteria with a disc diameter of 10.7 mm compared to *E. coli* bacteria of 8.25 mm. Based on this research, it can be concluded that NPAg can be synthesized using *A. ghaesembilla* leaves and has potential as an antibacterial source.

Keywords : *Antidesma ghaesembilla*; AgNPs (silver nanoparticles); *E.coli*; *S.aureus* antibacterial test.

Citations : 91 (2010-2023).

RINGKASAN

SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK (NPAg) MENGGUNAKAN EKSTRAK DAUN TUMBUHAN *Antidesma ghaesembilla* DAN UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI TERHADAP *Escherichia coli* DAN *Staphylococcus aureus*

Merri Cristina Sihombing : dibimbing oleh Dr. Eliza, M.Si. dan Fahma Riyanti, M.Si. Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya xvii + 83 halaman, 9 tabel, 16 gambar, 13 lampiran

Antidesma ghaesembilla atau yang dikenal dengan nama lokal Sendulang berpotensi sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel perak karena mengandung senyawa metabolit sekunder salah satunya flavonoid. Daun *A. ghaesembilla* belum pernah dilaporkan atau diteliti untuk digunakan sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel perak. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mensintesis nanopartikel perak menggunakan daun *A. ghaesembilla* serta uji antibakteri terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Sintesis nanopartikel diawali dengan menggunakan ekstrak daun *Antidesma ghaesembilla* yang direaksikan dengan larutan AgNO_3 0,001 M sebanyak 40 mL pada variasi volume ekstrak 3, 5 dan 7 mL dan variasi suhu sintesis 50, 60 dan 70 °C selama 1 jam. Nanopartikel perak yang terbentuk dibuktikan dengan menggunakan spektrofotometri UV-Vis yang ditunjukkan munculnya puncak serapan *Surface Plasmonic Resonance* (SPR) pada panjang gelombang 400-450 nm. Kondisi optimal nanopartikel perak ditentukan dengan nilai absorbansi pada panjang gelombang serapan SPR. Selanjutnya nanopartikel perak pada kondisi optimal dikarakterisasi menggunakan instrumen XRD dan FTIR serta diuji aktivitas antibakterinya. Hasil skiring fitokimia ekstrak metanol daun *A. ghaesembilla* menunjukkan bahwa daun *A. ghaesembilla* mengandung senyawa metabolit sekunder yaitu alkaloid, flavonoid, fenolik dan terpenoid. Terbentuknya NPAg dapat dilihat secara visual dengan adanya perubahan warna pada larutan yaitu dari tak berwarna menjadi kuning kecoklatan. Hasil optimalisasi diperoleh pada volume ekstrak daun *A. ghaesembilla* yaitu 7 mL dan suhu 70 °C dengan puncak serapan SPR pada panjang gelombang 441 nm dengan nilai absorbansi 0.837. Hasil karakterisasi menggunakan XRD menunjukkan nilai 2θ yaitu $38,28^\circ$, $44,48^\circ$, $64,56^\circ$ dan $77,49^\circ$ lalu membandingkan dengan nilai sudut difraksi 2θ NPAg sesuai dengan database *Joint Committee on Powder Diffraction Standards* (JCPDS No. 04-0783) dan perhitungan menggunakan persamaan *Scherrer* diperoleh ukuran rata-rata partikel 16,38 nm dengan struktur kristal yang terbentuk berupa *Face Center Cubic* (FCC). Hasil FTIR menunjukkan adanya penurunan nilai absorbansi gugus -OH dari 0,5154 menjadi 0,1061 yang menandakan gugus fungsi -OH berperan dalam reaksi reduksi dan sebagai penstabil nanopartikel perak hasil sintesis. Hasil kristal NPAg yang didapat sebanyak 2 gram. Hasil uji antibakteri NPAg ekstrak daun *A. ghaesembilla* pada konsentrasi 2000 ppm terhadap bakteri *E. coli* dan *S. aureus*. NPAg lebih efektif menghambat bakteri *S. aureus* dengan diameter cakram sebesar 10,7 mm dibandingkan bakteri *E. coli* sebesar 8,25 mm. Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa NPAg dapat disintesis menggunakan daun *A. ghaesembilla* dan berpotensi sebagai sumber antibakteri.

Kata kunci : *Antidesma ghaesembilla*; NPAg (nanopartikel perak);
Uji antibakteri *E.coli*; *S.aureus*.

Sitasi : 91 (2010-2023)

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
SUMMARY	iii
RINGKASAN	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Nanopartikel Perak (NPAg).....	4
2.2 Sintesis Nanopartikel Perak (NPAg).....	5
2.3 Tumbuhan <i>Antidesma ghaesembilla</i>	6
2.3.1 Deskripsi <i>Antidesma ghaesembilla</i>	6
2.3.2 Manfaat <i>Antidesma ghaesembilla</i>	7
2.3.3 Kandungan <i>Antidesma ghaesembilla</i>	8
2.3.4 Bioaktivitas Ekstrak Tumbuhan <i>Antidesma ghaesembilla</i>	12
2.4 Skrining Fitokimia.....	13
2.5 Karakteristik nanopartikel	14
2.5.1 Spektrofotometer UV-Vis	14
2.5.2 Spektrofotometer FTIR	15
2.5.3 <i>X-ray Diffraction</i> (XRD)	17
2.6 Resistensi Antibiotik	17
2.7 Tinjauan Umum Bakteri.....	18
2.7.1 Bakteri <i>Staphylococcus Aureus</i>	18
2.7.2 Bakteri <i>Escherichia Coli</i>	20

2.8 Aktivitas Antibakteri Nanopartikel Perak	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	22
3.2 Alat dan Bahan	22
3.2.1 Alat	22
3.2.2 Bahan	22
3.3 Prosedur Penelitian.....	22
3.3.1 Preparasi Sampel.....	22
3.3.2 Uji Fitokimia	23
3.3.2.1 Identifikasi Alkaloid.....	23
3.3.2.2 Identifikasi Fenolik	23
3.3.2.3 Identifikasi Flavonoid	23
3.3.2.4 Identifikasi Saponin	24
3.3.2.5 Identifikasi Steroid dan Terpenoid.....	24
3.3.3 Ekstraksi Sampel.....	24
3.3.4 Pembuatan Larutan AgNO ₃	24
3.3.5 Sintesis Nanopartikel Perak (NPAg).....	24
3.3.6 Pengaruh Volume Bioreduktor dan Temperatur Pemanasan Sintesis Nanopartikel Perak (NPAg)	
3.3.6.1 Pengaruh Volume Ekstrak Daun <i>A. ghaesembilla</i> Terhadap Sintesis Nanopartikel Perak (NPAg)	25
3.3.6.2 Pengaruh Temperatur Pemanasan Sintesis Nanopartikel Perak (NPAg)	25
3.3.7 Pemurnian Nanopartikel Perak (NPAg).....	25
3.3.8 Karakterisasi Nanopartikel Perak (NPAg).....	26
3.3.8.1 Spektrofotometer UV-Vis	26
3.3.8.2 Spektrofotometer FTIR.....	26
3.3.8.3 <i>X-ray Diffraction</i> (XRD)	26
3.3.9 Preparasi Pengujian Antibakteri.....	26
3.3.9.1 Sterilisasi Alat dan Bahan	26
3.3.9.2 Pembuatan Media Nutrient Agar (NA).....	27
3.3.9.3 Pembuatan Media Nutrient Broth (NB).....	27

3.3.9.4 Inokulasi Bakteri	27
3.3.9.5 Pembuatan Suspensi Bakteri Uji	27
3.3.9.6 Pembuatan Larutan Uji	28
3.3.9.7 Pengujian Aktivitas Antibakteri	28
3.3.10 Analisa Data	28
3.3.10.1 Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Daun <i>Antidesma ghaesembilla</i>	28
3.3.10.2 Menentukan Kondisi Optimal Sintesis Nanopartikel Perak ekstrak daun <i>Antidesma ghaesembilla</i>	28
3.3.10.3 Karakterisasi Nanopartikel Perak	29
3.3.10.4 Aktivitas Antibakteri Nanopartikel Perak	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Skrining Fitokimia	30
4.2 Sintesis Nanopartikel Perak (NPAg).....	34
4.2.1 Penentuan Kondisi Optimum Volume Ekstrak	38
4.2.2 Penentuan Kondisi Optimum Temperatur	39
4.3 Karakterisasi Nanopartikel Perak.....	41
4.3.1 Hasil Karakterisasi FTIR (<i>Fourier Transform Infrared</i>)	41
4.3.2 Hasil karakterisasi <i>X-ray Diffraction</i> (XRD).....	44
4.4 Uji Aktivitas Antibakteri NPAg Ekstrak Daun <i>A. ghaesembilla</i>	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tumbuhan <i>A. ghaesembilla</i>	7
Gambar 2. Hasil FTIR ekstrak biji jarak pagar (<i>Jatropha curcas L.</i>) dan AgNO ₃ (1:5).....	16
Gambar 3. Hasil uji alkaloid (a) Mayer, (b) Wagner (c) Dragendorff	31
Gambar 4. Hasil uji Fenolik	32
Gambar 5. Hasil uji flavonoid	32
Gambar 6. Hasil uji saponin	33
Gambar 7. Hasil uji Terpenoid	34
Gambar 8. Perubahan warna larutan nanopartikel perak dari ekstrak daun <i>A. ghaesembilla</i>	34
Gambar 9. Spektrum Uv-Vis pembentukkan NPAg ekstrak daun <i>A. ghaesembilla</i>	36
Gambar 10. Spektrum UV-Vis nanopartikel perak variasi volume ekstrak daun <i>A. ghaesembilla</i> pada waktu pengukuran 4 hari	38
Gambar 11. Spektrum UV-Vis nanopartikel perak variasi temperatur sintesis nanopartikel dengan ekstrak daun <i>A. ghaesembilla</i> pada waktu pengukuran 4 hari.	40
Gambar 12. Spektrum FTIR Ekstrak daun <i>A. ghaesembilla</i>	42
Gambar 13. Spektrum FTIR NPAg Ekstrak daun <i>A. ghaesembilla</i>	42
Gambar 14. Difraktogram XRD nanopartikel perak dari ekstrak daun <i>ghaesembilla</i> (Merah) dan Standar Ag (Biru)	44
Gambar 15. Struktur Kristal <i>Face Centered Cubic</i>	47
Gambar 16. Hasil uji aktivitas antibakteri NPAg ekstrak daun <i>A. ghaesembilla</i> terhadap bakteri (a) <i>E.coli</i> dan (b) <i>S.aureus</i>	48

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak Metanol Daun <i>A. ghaesembilla</i>	30
Tabel 2. Data Absorbansi dan panjang gelombang masimum NPAg ekstrak daun <i>A. ghaesembilla</i>	37
Tabel 3. Nilai absorbansi dan panjang gelombang maksimum nanopartikel perak dari ekstrak daun <i>A. ghaesembilla</i> variasi volume ekstrak pada pengukuran 4 hari.....	39
Tabel 4. Nilai absorbansi dan panjang gelombang maksimum nanopartikel perak dari ekstrak daun <i>A. ghaesembilla</i> variasi temperatur pada pengukuran 4 hari	40
Tabel 5. Perbandingan sudut 2θ dari NPAg daun <i>A. ghaesembilla</i> dengan difraksi 2θ NPAg sesuai dengan database <i>Join Committee on Powder Diffraction Standars</i> (JCPDS No. 04-0783).....	45
Tabel 6. Data Ukuran Kristal rata-rata NPAg ekstrak <i>A. ghaesembilla</i>	46
Tabel 7. Rangkuman data analisis difraktogram NPAg ekstrak daun <i>A. ghaesembilla</i>	46
Tabel 8. Penentuan Struktur Kristal	46
Tabel 9. Data diameter zona hambat pada bakteri <i>E.coli</i> dan <i>S.aureus</i>	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skrining Fitokimia	61
Lampiran 2. Sintesis Nanopartikel Perak (NPAg)	66
Lampiran 3. Penentuan Kondisi Optimal Volume Bioreduktor Sintesis Nanopartikel Perak (NPAg)	66
Lampiran 4. Penentuan Kondisi Optimal suhu Bioreduktor Sintesis Nanopartikel Perak (NPAg)	67
Lampiran 5. Pemurnian Nanopartikel NPAg	68
Lampiran 6. Skema Kerja Uji Aktivitas Antibakteri.....	70
Lampiran 7. Reaksi Skrining Fitokimia	71
Lampiran 8. Perhitungan Ukuran Kristal rata-rata NPAg ekstrak daun <i>A. ghaesembilla</i>	73
Lampiran 9. Perhitungan Nilai $h^2+k^2+l^2$	75
Lampiran 10. Perhitungan Kadar Nanopartikel Perak Ekstrak Daun <i>A. ghaesembilla</i>	77
Lampiran 11. Perhitungan nilai absorbansi FTIR daun <i>A. ghaesembilla</i> dan NPAg ekstrak daun <i>A. ghaesembilla</i>	79
Lampiran 12. Perhitungan kontrol positif (<i>Amoxicilin</i>) Antibakteri	80
Lampiran 13. Gambar Penelitian	81

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam beberapa tahun terakhir ini, teknologi nanopartikel sangatlah populer dan telah menjadi fokus penelitian terutama dengan penerapannya dalam sains dan teknologi. Salah satu nanopartikel logam yang telah banyak disintesis ialah nanopartikel perak. Teknik sintesis nanopartikel perak telah dikembangkan menjadi lebih efektif, sederhana, hemat dalam pembiayaan, dan ramah lingkungan yaitu salah satunya dengan menggunakan ekstrak tanaman sebagai reduktor (Rahmayani., 2019). Pemanfaatan tumbuhan sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel berkaitan dengan kandungan senyawa metabolit sekunder yang dimiliki oleh tumbuhan. Kandungan senyawa aktif seperti alkaloid, fenolik dan terpenoid dalam tumbuhan dapat berfungsi sebagai reduktor yang dapat sekaligus menjadi agen penstabil dalam sintesis nanopartikel (Wulandari & Safaat, 2021). Beberapa contoh tumbuhan yang berhasil digunakan sebagai reduktor dalam mensintesis nanopartikel perak yaitu ekstrak *Ziziphora clinopodioides* (Nalawati dkk., 2021), ekstrak daun kemangi (Lestari dkk., 2022), ekstrak daun sirih (Purnamasari & Wijayati, 2016), dan ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa Bilimbi L.*) (Prasetiowati dkk., 2018).

Nanopartikel perak banyak diaplikasikan pada bidang kedokteran, misalnya sebagai antibakteri, antifungi, anti virus, anti inflamasi dan deteksi apoptosis serta terapi kanker. Menurut beberapa penelitian, nanopartikel perak memiliki aktivitas sebagai antimikroba yang paling baik. Aktivitas antibakteri yang dimiliki oleh nanopartikel perak dapat diaplikasikan pada mikroorganisme prokariot seperti bakteri *S. aureus* dan *E. coli* yang merupakan mikroba patogen bagi manusia (Diana dkk., 2018).

Antidesma merupakan anggota dari keluarga *Phyllanthaceae*, yang terdiri lebih dari 120 spesies. *A. ghaesembilla* atau yang dikenal dengan nama lokal sendulang, adalah pohon berukuran tinggi hingga 20 m (Bernardo, 2017). Menurut Cuong *et al* (2015), daun *A. ghaesembilla* telah digunakan dalam pengobatan tradisional sebagai obat sakit kepala. Ekstrak metanol daun *A. ghaesembilla* juga

dilaporkan menunjukkan aktivitas antitrombotik, sitotoksik, antibakteri (Gonzales *et al.*, 2017). Daun ini juga mampu mengobati anemia, meningkatkan sirkulasi darah (Sithisarn *et al.*, 2015) dan tapal bunganya digunakan di Thailand untuk mengobati herpes simplex dan herpes zoster (Gonzales *et al.*, 2019). Selain itu *A. ghaesembilla* juga telah dilaporkan memiliki kandungan metabolit sekunder yang dapat digunakan sebagai agen pereduksi dan penstabil sintesis nanopartikel perak seperti flavonoid (Cuong *et al.*, 2015), turunan terpenoid seperti sesquiterpen (Maria *et al.*, 2013), triterpenoid dan politerpen (Gonzales *et al.*, (2017).

Secara umum proses terbentuknya nanopartikel dapat dimonitor secara visual yaitu dengan adanya perubahan warna dari tidak berwarna menjadi warna kuning kecoklatan. Perubahan warna ini dapat dibuktikan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis (Purnomo dkk., 2017) yaitu dengan munculnya puncak *Surface Plasmonic Resonance* (SPR) pada daerah 400-450 (Dewi dkk., 2019). Selanjutnya nanopartikel perak yang terbentuk kemudian dikarakterisasi menggunakan *X-ray diffraction* (XRD). XRD digunakan untuk mengidentifikasi struktur kristal dari nanopartikel (Purnomo dkk., 2017). Karakterisasi FTIR juga dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat pada ekstrak dan nanopartikel perak hasil sintesis. Selain itu dapat diketahui juga gugus fungsi yang berfungsi sebagai agen pereduksi zat penstabil nanopartikel atau *capping agent* (Nalawati dkk., 2021).

Berdasarkan literatur yang telah dibaca tersebut diduga tumbuhan *A. ghaesembilla* dapat digunakan sebagai pereduksi logam Ag menjadi nanopartikel perak. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian sintesis nanopartikel perak menggunakan daun *A. ghaesembilla*.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah daun *A. ghaesembilla* dapat mereduksi logam Ag⁺ dalam sintesis nanopartikel perak dan bagaimana kondisi optimal sintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak daun *A. ghaesembilla*?
2. Bagaimana sifat antibakteri nanopartikel perak yang disintesis dari ekstrak daun *A. ghaesembilla* pada bakteri gram negatif *E.coli* dan bakteri gram positif *S.aureus*?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mensintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak daun *A. ghaesembilla* dan menentukan optimalisasi waktu, volume ekstrak dan suhu sintesis dan mengkarakterisasi nanopartikel perak hasil reduksi daun *A. ghaesembilla* menggunakan alat spektroskopi UV-Vis, FTIR dan XRD.
2. Menguji efektivitas antibakteri nanopartikel perak hasil sintesis pada kondisi optimal menggunakan bakteri gram negatif *E.coli* dan bakteri gram positif *S.aureus*.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian diharapkan mengetahui kemampuan ekstrak daun *A. ghaesembilla* sebagai reduktor dalam sintesis nanopartikel perak dan kondisi optimal sintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak daun *A. ghaesembilla*. Mengetahui kemampuan aktivitas antibakteri nanopartikel perak ekstrak daun *A. ghaesembilla* terhadap bakteri gram positif dan gram negatif yang nantinya akan diaplikasikan sebagai bahan antibakteri yang aman digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abriyani, E., Krisna Taupiq Wibiksana, K., Syahfitri, F., Apriliyanti, N., & Rizqya Salmaduri, A. (2023). Metode Spektrofotometri Uv-Vis Dalam Analisis Penentuan Kadar Vitamin C Pada Sampel Yang Akan Diuji. *Pendidikan Dan Konseling*, 5, 1610–1613.
- Adinda, C.S., Kasasiah, A. & Devi, R. (2022). Isolation of Escherichia coli in Raw Water Sources and Resistance Assay for Ampicillin and Ceftriaxone. *Journal Of Pharmaceutical And Sciences*. 5(2), 265–273.
- Amanah, I. N., Indriyani, D. P., Muharomah, B. P., & Fabiani, A. (2021). Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Perak – Ekstrak Daun Pelawan (Tristaniopsis Merguensis Griff) Termodifikasi PVA. *Journal of Chemistry*, 6(2), 118–123. <https://doi.org/10.37033/fjc.v6i2.336>
- Angin, Y. P., Purwaningrum, Y., Asbur, Y., Rahayu, M. S., & Nurhayati. (2019). Utilization of secondary metabolite content produced by plants in biotic stress. *Agriland : Jurnal Ilmu Pertanian*, 7(1), 39–47.
- Asif M, Yasmin R, Asif R, Ambreen A, Mustafa M, Umbreen S. 2022.Green Synthesis of Silver Nanoparticles (NPAg), Structural Characterization, and their Antibacterial Potential. Dose Response. 20(1).
- Babu, S., & Jayaraman, S. 2020. An Update on B-sitostreol : A Potential Herbal Nutraceutical For Diabetic Management. *Journal Biomedicine & Phamacotherapy*. 131 (2).
- Bere, M. L., Sibarani, J., & 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 (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*, 7, 155–164.
- Bernardo, A. A. (2017). Role of Antidesma ghaesembilla Gaertn in Enriching the Depauperate Bird Community in “Cogon” Imperata cylindrica (L.) Rauschel Dominated Grassland in Swidden Vegetation Matrix. *Asia Pacific Journal of Multidisciplinary Research*, 5(4), 48–55.
- Bitrus, A. A., Peter, O. M., Abbas, M. A., & Goni, M. D. (2018). Staphylococcus aureus: A Review of Antimicrobial Resistance Mechanisms. *Veterinary Sciences: Research and Reviews*, 4(2).
- Campbell, Neil A. 2008. BIOLOGI Edidi Kedelapan Jilid 1. Jakarta: Erlangga.
- 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, & Kiem, P. V. (2015). Flavonoid glycosides from Antidesma ghaesembilla. *Vietnam Journal of Chemistry*, 53, 94–97.
- Dewi, K. T. A., Kartini, Sukweenadhi, J., & Avanti, C. (2019). Karakter Fisik dan Aktivitas Antibakteri Nanopartikel Plantago_Compresed. *Pharmaceutical*

Sciences and Research , 6(2), 669–680.

- Dhurhania, C. E., & Novianto, A. (2019). Uji Kandungan Fenolik Total dan Pengaruhnya terhadap Aktivitas Antioksidan dari Berbagai Bentuk Sediaan Sarang Semut (*Myrmecodia pendens*). *Jurnal Farmasi Dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 5(2), 62.
- Diana, O. :, Muliawati, N., & Yulianti, E. (2018). Uji Aktivitas Antimikroba Nanopartikel Perak Dari Limbah Perak Hasil Penyepuhan Terhadap Bakteri *S.aureus* dan Fungi *Candida albicans*. *Jurnal Prodi Biologi*, 7, 90.
- Erwan, M. O., & Parbuntari, H. 2023. Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Daun Salam. *Chemistry Journal of Universitas Negeri Padang (Syzygium polyanthum)*. 12(3) : 31.
- Fabiani, V. A., Sutanti, F., Silvia, D., & Putri, M. A. (2018). Green Synthesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Daun Pucuk Idat (*Cratoxylum glaucum*) Sebagai Bioreduktor. *Indonesian Journal of Pure and Applied Chemistry*, 1(2), 68.
- Fadhila, D., & Etika, S. B. (2023). Skrining Fitokimia Ekstrak Metanol Daun Cemara Sumatera (*Taxus sumatrana*). *Jurnal Pendidikan Kimia Universitas Riau*, 8(1), 66–73.
- Fadillah, I. & Anggi Arumsari. (2022). Kajian Literatur Sintesis Nanopartikel perak Menggunakan Reduktor Kimia dan Biologi serta Uji Aktivitas Antibakteri. *Jurnal Riset Farmasi*, 1(2), 141–149.
- Fitriany, E., Priyoherianto, A., Puspadina, V., Arif, M. R., Alfulaila, A., & Shofiyah, M. R. (2023). Green Synthesis AgNPs menggunakan Bioreduktor Alami Ekstrak Buah Kiwi: Biosintesis, dan Karakterisasi. *Justek : Jurnal Sains Dan Teknologi*, 6(1), 162.
- Gargantiel, M. F., & Ysrael, M. C. (2014). Antioxidant Activity And Hypoglycemic Potential Of *Antidesma Ghaesembilla* Gaertn (Phyllantaceae). *International Journal of Scientific & Technology Research*, 3(3).
- Gonzales, R. L., Shen, C. C., & Ragasa, C. Y. (2017). Chemical constituents of leaves and fruit of *Antidesma ghaesembilla* Gaertn. *Asian Journal of Chemistry*, 29(10):2333–2334.
- Gopinath, K. F. P. A. (2015). Eco-Friendly Synthesis and Characterization of Silver Nanoparticles Using Marine Macroalga *Padina Tetrastromatica*. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 4(6):1050–1054.
- Gudikandula, K., & Charya Maringanti, S. (2016). Synthesis of silver nanoparticles by chemical and biological methods and their antimicrobial properties. *Journal of Experimental Nanoscience*, 11(9):714–721.
- Guo Y, Liu Y, Zhang Z, Chen M, Zhang D, Tian C, Liu M, Jiang G. 2020. The Antibacterial Activity and Mechanism of Action of Luteolin Against

- Trueperella pyogenes*. *Infect Drug Resist*, 3:1697-1711.
- Gupta, P., Kushwah, B., Dubey, M., Varshneya, R., & Mishra, A. (2015). Characterization of Silver Nanoparticles Synthesized by Biological Route. *MIT International Journal of Mechanical Engineering*, 2(2) : 81–85.
- Habibi, A. I., Firmansyah, R. A., & Setyawati, S. M. (2018). Skrining Fitokimia Ekstrak n-Heksan Korteks Batang Salam (*Syzygium polyanthum*). *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7(1), 1–4.
- Haerazi, A., Soelistya, D., Jekti, D., & Andayani, Y. (2014). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kencur (*Kaempferia galanga L.*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Streptococcus viridans*. *Jurnal Ilmiah Biologi "Bioscientist"*, 2(1), 1–11.
- Handoko, E., Soegijono, B., & Tama, F. R. (2014). *Teknik Difraksi Sinar-X Dalam Analisis Struktur Kristal*. 1–239.
- Harshitha, H.S. & Navyashree, H. T. (2018). Synthesis and Characterization of Silver Nanoparticles From *Basella Alba L.* Leaf Extract and Their Antibacterial Assay. *International Journal of Creative Research Thoughts*. 6(2) : 2320–2882.
- Helen, S. M., & Rani, M. H. E. (2015). Characterization and Antimicrobial Study of Nickel Nanoparticles Synthesized from *Dioscorea* (Elephant Yam) by Green Route. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 4(11), 216–219.
- Humairah, A., Yuniarti, Y., & Thamrin, G. A. R. (2022). Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Pada Tumbuhan Belaran Tapah (*Merremia peltata*). *Jurnal Sylva Scientiae*, 5(1), 86.
- Irawan, A. (2019). Kalibrasi Spektrofotometer Sebagai Penjaminan Mutu Hasil Pengukuran dalam Kegiatan Penelitian dan Pengujian. *Indonesian Journal of Laboratory*, 1(2), 1.
- Iravani S, Korbekandi H, Mirmohammadi SV, Zolfaghari B. 2014. Synthesis of silver nanoparticles: chemical, physical and biological methods. *Res Pharm Sci*. 9(6):385-406.
- Jose, R. P., Ramos, K. P., Gelsano, M. L., Nuñeza, O. M., & Uy, M. M. (2015). Brine Shrimp Lethality Assay of the Ethanolic Extracts of *Antidesma ghaesembilla* Gaertn. *Pharmacology and Life Sciences Bull. Env. Pharmacol. Life Sci*, 4(9), 88–92.
- Julianto, T. S. 2019. *Fitokimia Tinjauan Metabolit Sekunder dan Skrining Fitokimia*. Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia.
- Khan, A. U., Yuan, Q., Khan, Z. U. H., Ahmad, A., Khan, F. U., Tahir, K., Shakeel, M., & Ullah, S. (2018). An eco-benign synthesis of AgNPs using aqueous

extract of Longan fruit peel: Antiproliferative response against human breast cancer cell line MCF-7, antioxidant and photocatalytic deprivation of methylene blue. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 183(2), 367–373.

Khairatunnisa, Manalu, K., & Rasyidah. (2022). Isolasi dan Identifikasi Bakteri *Escherichia coli* Dan *Staphylococcus aureus* Pada Air Gambut di Kawasan Desa Sei Tawar Kecamatan Panai Hilir Kabupaten Labuhan Batu. *Best Journal*. 5(1), 162–168.

Kumar, P.V., Pammi, S., Kollu, P., Satyanarayana, K. and Shaameem, U. 2014. Green synthesis and characterization of silver nanoparticles using *Boerhaavia diffusa* plant extract and their anti bacterial activity. *Industrial Crops and Products*. 54(2014) : 562-566.

Kusumo, D. W, Ningrum, E. K, & Hayu Adi Makayasa, C. (2022). Skrining Fitokimia Senyawa Metabolit Sekunder Pada Ekstrak Etanol Bunga Pepaya (*Carica papaya L.*). *Journal Of Current Pharmaceutical Sciences*, 5(2), 2598–2095.

Lestari, G. ayu dewi, Eka Suprihatinb, I., Sibaranib Program Studi Si Farmasi Sekolah Tinggi Farmasi Mahaganessa, J., & Program Studi, I. S. (2019). Nanopartikel Perak (NPAg) Menggunakan Ekstrak Air Buah Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium DC.*) dan Aplikasinya pada Fotodegradasi Indigosol Blue Title: Synthesis of Silver Nanoparticles (NPAg) using Andaliman (*Zanthoxylum acanth.* *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 22(5), 200–205.

Lestari, G.A.D., Suprihatin, I.E. dan Sibarani, J. 2019. Sintesis Nanopartikel Perak (NPAg) Menggunakan Ekstrak Air Buah Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium DC.*) dan Aplikasinya pada Fotodegradasi Indigosol Blue. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*. 22(5) : 200-205.

Lestari, G. A. D., Ratnasari, P. M. D., & Sibarani, J. (2022). Aplikasi Antibakteri Nanopartikel Perak (NPAg) Hasil Biosintesis dengan Ekstrak Air Daun Kemangi. *Kovalen : Jurnal Riset Kimia*, 8(1), 17–24.

Malvankar, M., & Bhat, M. (2018). Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using Fruit Peel Extract of Citrus Limon. *International Journal of Science and Research*, 9(2), 805–811.

Maria, S., Islam, F., Qais, N., & Hasan, C. M. (2013). Isolation of vomifoliol: A megastigmane from leaves of *Antidesma ghaesembilla*. *Asian Journal of Chemistry*, 25(6), 3533–3534.

Mariani, H., Mahdi, N., & Umam, K. (2023). Biosintesis Nanopartikel Perak (NPAg) Dengan Ekstrak Daun Kirinyuh (*Chromolaena odorata*) Terimpregnasi Zeolit dalam Menghambat Bakteri Penyebab Jerawat. *Jurnal Biosilampari : Jurnal Biologi*, 5(2), 187–198.

Maulidina, F., & Parbuntari, H. (2023). *Skrining Fitokimia Ekstrak Metanol Buah*

Labu Siam. 12(3), 86–90.

- Miranda, M., Lestari, M. D., Setiawati, U. N., Setyaningrum, E., Nukmul, N., Arifyianto, A., & Aeny, T. N. (2022). Uji Daya Hambat Pertumbuhan Mikroba Patogen Oleh *Streptomyces* sp. strain I18 Sebagai Agen Biokontrol. *Jurnal Bioeksperimen*, 8(2), 88–96.
- Muaja, M. G. D., Runtuwene, M. R. J., & Kamu, V. S. (2017). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Dari Daun Soyogik (*Saurauia Bracteosa DC.*). *Jurnal Ilmiah Sains*, 17(1): 68.
- Muntasir, Abdulkadir, W. S., Harun, A. I., Tenda, P. E., Makkassau, Mulyadi, Saksosno, R. Y., Fernandez, S., & Wonga, T. M. 2021. Antibiotik Dan Resistensi Antibiotik. Yogyakarta : Rizmedia Pustaka Indonesia.
- Nalawati, A. N., Suyatma, N. E., & Wardhana, D. I. (2021). Sintesis Nanopartikel perak (NPAg) Dengan Bioreduktor Ekstrak Biji Jarak Pagar dan Kajian AKTivitas Antibakterinya. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 32(1), 98–106.
- Napitupulu, H. G., Rumengan, I. F. M., Wullur, S., Ginting, E.L., Rimper, J.R.S.L., & Toloh, B. H. 2019. *Bacillus* sp. Sebagai Agensia Pengurai Dalam Pemeliharaan *Brachionus rotundiformis* Yang Menggunakan Ikan Mentah Sebagai Sumber Nutrisi. *Jurnal Ilmah Platax*. 7 (1) : 158-169.
- Narayanamma, A., Rani, M. E., & Raju, K. M. (2013). Natural Synthesis of Silver Nanoparticles by Banana Peel Extract and as an Antibacterial Agent. *International Journal of Science and Research (IJSR) ISSN*, 5(8), 1434–1441.
- Nugraha, A. C., Prasetya, A. T., & Mursiti, S. (2017). Isolasi, Identifikasi, Uji Aktivitas Senyawa Flavonoid sebagai Antibakteri dari Daun Mangga. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 6(2), 91–96.
- Nugroho, B. H., Artikawati, R., & Farmasi, S. J. (2021). Inovasi pengembangan nanopartikel perak menggunakan daun pisang (*Musa sapientum*) sebagai bioreduktor ramah lingkungan Development innovation of silver nanoparticles used leaves of banana (*Musa sapientum*) as eco-friendly bioreductor. *Jurnal Ilmiah Farmasi (Scientific Journal of Pharmacy)*, 17(1), 64–75.
- Oktavia, I.N., & Sutoyo, S. 2021. Review Artikel: Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Tumbuhan Sebagai Bahan Antioksidan. *UNESA Journal of Chemistry*. 10(1) : 45.
- Omkar S., S., Aishwarya C., P., & Santosh A., P. (2022). Nanoparticles: As a Nano based Drug Delivery System. *Asian Journal of Research in Pharmaceutical Der Pharmacia Sinica*, 4(3), 136–142.
- Pambudi, A., Farid, M. dan Nurdiansah, H. 2017. Analisis Morfologi dan Spektroskopi Infra Merah Serat Bambu Betung (*Dendrocalamus Asper*) Hasil

- Proses Alkalisasi Sebagai Penguat Komposit Absorpsi Suara. *Jurnal Teknik Institut Teknologi Sepuluh November*. 6(2):337-3539.
- Panchangam, S. C. (2015). Engineering & Science Focus:: AITK A monthly academic bulletin Article : *Engineering & Science Focus: AITK, September*, 1–4.
- Patil, P. C., Jadhav, V. D., & Mahadkar, S. D. (2013). Pharmacognostical Studies on Leaf of *Antidesma ghaesembilla* Gaertn, A Promising Wild Edible Plant. activity, and cytotoxicity study by hemolysis assay. *Frontiers in Chemistry*, 10 (August), 1–13.
- Parthiban, E., Manivannan, N., Ramanibai, R., & Mathivanan, N. (2019). Green synthesis of silver-nanoparticles from *Annona reticulata* leaves aqueous extract and its mosquito larvicidal and anti-microbial activity on human pathogens. *Biotechnology Reports*. 21 : 297.
- Prasetiowati, A. L., Prasetya, A. T., & Wardani, S. (2018). Sintesis Nanopartikel Perak dengan Bioreduktor Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) Uji Aktivitasnya sebagai Antibakteri. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7(2), 160–166.
- Purnamasari, M. D., & Wijayati, N. (2016). Microwave Info Artikel. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 5(2).
- Purnamasari, G. A. P. P., Lestari, G. A. D., Cahyadi, K. D., Esati, N. K., & Suprihatin, I. E. (2021). Biosintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Air Daun Cemmem (*Spondias Pinnata (L.F) Kurz.*) dan Aktivitasnya Sebbai Antibakteri. *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*, 9(2), 75–80.
- Purnomo, S.R., Rupiasih, N.N. dan Sumadiyasa, M. 2017. Studi Sintesis Nanopartikel Perak dengan Metode Biologi Menggunakan Tanaman Sambiloto (*Andrographis paniculata* Ness). *Buletin Fisika*. 18(1) : 6-11.
- Rahmayani, Y., Zulhadjri, Z., & Arief, S. (2019). Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Perak-Tricalcium Phosphate (TCP) dengan Bantuan Ekstrak Daun Alpukat (*Persea americana*). *Jurnal Kimia Valensi*, 5(1), 72–78.
- Razibul Habib, M., Mominur Rahman, M., Hamid, K., Obayed Raihan, M., & Sayeed, M. A. (2011). Phytochemical screening, cytotoxicity, antioxidant capacity and antibacterial potentiality of methanol extract of *Antidesma ghaesembilla* Gaertn. *Advances in Natural and Applied Sciences*. 5(2): 69–74.
- Sanchis-Gual, R., Coronado-Puchau, M., Mallah, T., & Coronado, E. (2023). Hybrid nanostructures based on gold nanoparticles and functional coordination polymers: Chemistry, physics and applications in biomedicine, catalysis and magnetism. *Coordination Chemistry Reviews*. 480. 215025.
- Sawant, S. (2019). Magnetic nanoparticles: Biomedical applications and

- challenges. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 08(4):1831–1838.
- Sithisarn, P., Gritsanapan, W., & Jateleela, S. (2015). Formulation and quality control of readily dissolving drink powder from *Antidesma ghaesembilla* fruits. *Chiang Mai University Journal of Natural Sciences*. 14(1), 89–102
- Schäfer S., Schwaiger S. & Stuppner H. 2017. Aristolic Acid Derivatives from the Bark of *Antidesma ghaesembilla*. *Planta Med.* 83(12-13):1097-1102.
- Kaviya. S, Santhanalaksmi, J. & Viswanathan, B. 2011. Biosynthesis of silver nanoparticles using citrus sinensis peel extract and its antibacterial activity. *Jornal Spectrochimica Acta, Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. 79(3) : 594-598.
- 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.
- Sorbiun, M., Mehr, E. S., Ramazani, A., & Malekzadeh, A. M. (2018). *Biosynthesis of metallic nanoparticles using plant extracts and evaluation of their antibacterial properties*. 3(1): 1–16.
- Sulfikar, Masakke, Y., & Rasyid, M. (2015). Biosintesis Partikel-nano Perak Menggunakan Ekstrak Metanol Daun Manggis (*Garcinia mangostana* L.). *Jurnal Sainsmat*. 4(1): 28–41.
- Sumadiyasa, M., & Manuaba, I. B. S. (2018). Determining Crystallite Size Using Scherrer Formula, Williamson-Hull Plot, and Particle Size with SEM. *Buletin Fisika*. 19(1): 28.
- Sumaiti, T., Ratnasari, D., & Mutiani, D. D. (2018). Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Kulit Bawang Merah (*Allium cepa* L.) dan Uji Aktivitas Antibakteri Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Farmamedika (Pharmamedica Journal)*. 3(1): 27–33.
- Susiloningrum, D. & Indrawati. 2020. Penapisan Fitokimia Dan Analisis Kadar Flavonoid Total Rimpang Temu Mangga (*Curcuma Mangga* Valetton & Zijp.) Dengan Perbedaan Polaritas Pelarut. *Jurnal Keperawatan dan Kesehatan Masyarakat STIKES Cendekia Utama Kudus*. 9(2): 131.
- Syahrurachman, A., Chatim, A., Soebandrio, A., Karuniawati, A., Santoso, Harum, B. M. H., Bela, B., Soemarsono, F., Rahim, A., Karsinah, Isjah, L., Moehario, L. H., Mardiasuti, Lintong, M., Triyatni, M., Asmono, A., Sudarmono, P., Sastrosoewignjo, R. I., Utji, R., Sardjito, R., Josodiwondo, S., Suharto, Sumaatmadja, S., Sujudi, Assani, A., Hutabarat, T., Sudiro, T. M., & Warsa, Y. C. 2010. *Buku Ajar Mikrobiologi Kedokteran*. Tangerang : BINARUPA AKSARA Publisher.
- Tao, R., Wang, C., Lu, Y., Zhang, C., Zhou, H., Chen, H. & Li W. 2020. Characterization and Cytotoxicity of Polyprenol Lipid and Vitamin E-TPGS

- Hybrid Nanoparticles for Betulinic Acid and Low-Substituted Hydroxyl Fullerenol in MHCC97H and L02 Cells. *Int J Nanomedicine*. (15):2733-2749.
- Trisnawati, A., Sudarni, A. H. A., & Wahyuningsih, S. 2022. *Pengembangan Bioaktivitas dan Bioenergi dari Bahan Alam*. Madiun : UNIPMA Press.
- Ulfha, F. M. (2018). Uji Aktivitas Antibakteri Nanopartikel Perak Dari Limbah Penyepuhan Perak terhadap *Escherichia coli* Dan *Staphylococcus epidermidis*. 7(2): 94–100.
- Van Kiem, P., Cuong, L. C. V., Trang, D. T., Nhiem, N. X., Anh, H. L. T., Tai, B. H., Huong, L. M., Minh, C. Van, Lee, T. H., Kim, S. Y., & Kim, S. H. (2017). New alkaloids and anti-inflammatory constituents from the leaves of *Antidesma ghaesembilla*. *Natural Product Communications*. 12(1): 11–14.
- Wahid, A. R., & Safwan, S. (2020). Skrining Fitokimia Senyawa Metabolit Sekunder Terhadap Ekstrak Tanaman Ranting Patah Tulang (*Euphorbia tirucalli* L.). *Lambung Farmasi: Jurnal Ilmu Kefarmasian*. 1(1): 24.
- Wido Mukti, A. (2021). Uji Aktivitas Antibakteri Sediaan Hand Sanitizer Yang Di Produksi Secara Lokal Terhadap Bakteri *Staphylococcus Aureus*. *Pharmaceutical Journal of Indonesia*. 6(2): 137–141.
- Wulandari, D.A dan Safaat, M. 2021. R Eview: Peran Nanopartikel Dalam Menghambat Pertumbuhan Parasit Plasmodium Penyebab Malaria. *Jurnal Bioteknologi dan Biosains Indonesia*. 8(1) : 224-136.
- Xiong, X., Tang, N., Lai, X., Zhang, J., Wen, W., Li, A., Wu, Y., & Liu, Z. 2021. Insights Into Amentoflavone : A Natural Multifunctional Biflavonoid. *Journal Frontiers In Pharmacology*. 12 (12).
- Yamaguchi, A., Kishimoto, T., & Daisuke, U. 2023. Initial Stage Of Syringyl Lignin Formation from Sinapyl Alcohol. *Journal Agric Food Chemistry*. 71(40): 14666-14677.
- Yanto, R. B., Satriawan, N. E., & Suryani, A. (2021). Identifikasi Dan Uji Resistensi *Staphylococcus aureus* Terhadap Antibiotik (Chloramphenicol Dan Cefotaxime Sodium) Dari Pus Infeksi Piogenik Di Puskesmas Proppo. *Jurnal Kimia Riset*. 6(2): 154.
- Yin, I. X., Zhang, J., Zhao, I. S., Mei, M. L., Li, Q., & Chu, C. H. (2020). The antibacterial mechanism of silver nanoparticles and its application in dentistry. *International Journal of Nanomedicine*. 15: 2555–2562.
- Zhang, X. F., Liu, Z. G., Shen, W., & Gurunathan, S. (2016). Silver nanoparticles: Synthesis, characterization, properties, applications, and therapeutic approaches. *International Journal of Molecular Sciences*. 17(9).
- Zulaicha, A. S., Saputra, I. S., Sari, I. P., Ghifari, M. A., Yulizar, Y., Permana, Y. N., & Sudirman, S. (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.