

**SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK (AgNPs) MENGGUNAKAN
EKSTRAK DAUN SERIBU KUMAN (*Rhinacanthus nasutus*) DAN UJI
AKTIVITAS ANTIBAKTERINYA TERHADAP *Escherichia coli* DAN
*Staphylococcus aureus***

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

SKRIPSI



**Siti Solecha
08031181823017**

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

2022

HALAMAN PENGESAHAN

**SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK (AgNPs) MENGGUNAKAN
EKSTRAK DAUN SERIBU KUMAN (*Rhinacanthus nasutus*) DAN UJI
AKTIVITAS ANTIBAKTERINYA TERHADAP *Escherichia coli* DAN
*Staphylococcus aureus***

SKRIPSI

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

Diusulkan oleh:

Siti Solecha

08031181823017

Indralaya, 19 September 2022

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 dengan judul “Sintesis Nanopartikel Perak (AgNPs) Menggunakan Ekstrak Daun Seribu Kuman (*Rhinacanthus nasutus*) dan Uji Aktivitas Antibakterinya Terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*” telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 08 September 2022 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang telah diberikan.

Indralaya, 19 September 2022

Ketua:

1. Nova Yuliasari, M.Si.
NIP. 197307261999032001

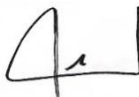
()

Pembimbing:

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

()

2. Dr. Desnelli, M.Si.
NIP. 196912251997022001

()

Penguji:

1. Prof. Dr. Elfita, M.Si.
NIP. 196903261994122001

()

2. Dra. Julinar, M.Si.
NIP. 196507251993032002

()

Mengetahui,

Dekan FMIPA



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

Ketua Jurusan Kimia



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

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Siti Solecha

NIM : 08031181823017

Fakultas/ Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/ Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya tulis 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 dipublikasi maupun tidak, telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 19 September 2022

Penulis,



Siti Solecha

NIM. 08031181823017

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Siti Solecha
NIM : 08031181823017
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 (*nonexclusively royalty-free right*)” atas karya ilmiah saya yang berjudul: “Sintesis Nanopartikel Perak (AgNPs) Menggunakan Ekstrak Daun Seribu Kuman (*Rhinacanthus nasutus*) dan Uji Aktivitas Antibakterinya Terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*”. Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini, Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, 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 September 2022

Penulis,



Siti Solecha

NIM. 08031181823017

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk kedua orang tua tercinta, bapak dan ibu yang telah memberikan dukungan, segenap ketulusan hati serta do'a yang tiada hentinya dipanjatkan sehingga saya dapat menyelesaikan Program Studi S1 Kimia

“Boleh jadi kamu tidak menyukai sesuatu padahal ia baik bagimu, dan boleh jadi kamu menyukai sesuatu padahal ia tidak baik bagimu. Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui”

(Q.S Al-Baqarah:216)

“Hatiku tenang karena mengetahui bahwa apa yang melewatkanmu tidak akan pernah menjadi takdirku, dan apa yang ditakdirkan untukmu tidak akan pernah melewatkanmu”

(Umar bin Khattab)

“Dan jika kamu menghitung-hitung nikmat Allah, niscaya kamu tak dapat menentukan jumlahnya. Sesungguhnya Allah benar-benar Maha Pengampun lagi Maha Penyayang”

(Q.S An-Nahl: 18)

“Hidayah tidak akan dicapai kecuali dengan ilmu, dan jalan lurus tidak dicapai kecuali dengan kesabaran”

(Ibnu Taimiyah)

“Bersungguh-sungguhlah untuk mendapatkan apa yang bermanfaat bagimu dan mintalah pertolongan Allah (dalam setiap urusan) serta janganlah sekali-kali engkau merasa lemah”

(H.R. Muslim)

“There’s no need to live your life based on the standars of others. Everyone says, ‘dream big’ but we don’t have to live so hard all the time”

“Even if you’re not perfect, you’re limited edition”

-Kim Namjoon-

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi dengan judul “Sintesis Nanopartikel Perak (AgNPs) Menggunakan Ekstrak Daun Seribu Kuman (*Rhinacanthus nasutus*) dan Uji Aktivitas Antibakterinya Terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ibu Dr. Eliza, M.Si. dan ibu Dr. Desnelli, M.Si. yang telah banyak membantu, memberikan bimbingan, pengajaran yang tulus, pengalaman, motivasi, saran dan petunjuk, kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis mengucapkan terimakasih kepada Universitas Sriwijaya sebagai Lembaga Pendidik yang mendidik penulis hingga memperoleh gelar sarjana sains. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan segala petunjuk, kasih sayang, rahmat, nikmat dan ridho-Nya yang sungguh tak terhitung jumlahnya hingga terselesainya skripsi ini.
2. Bapak Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., PhD. selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Prof. Dr. Muharni, M.Si. selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya. Terimakasih telah memotivasi, memberikan dukungan serta bimbingan yang tiada hentinya untuk seluruh mahasiswa jurusan kimia.
4. Bapak Addy Rachmat, M.Si. selaku Sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya atas segala kebaikan hati bapak sehingga membantu penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
5. Ibu Dr. Eliza, M.Si. selaku pembimbing akademik sekaligus pembimbing I tugas akhir yang selalu sabar memberikan bimbingan, arahan, saran, ilmu dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Saya berterima kasih juga kepada Ibu Dr. Desnelli, M.Si. selaku dosen pembimbing II tugas akhir yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran serta ilmu hingga terselesainya skripsi ini. Semoga Allah senantiasa memberikan ibu sekalian berkah kesehatan, kemurahan rezeki dan selalu dalam lindungan-Nya.

6. Ibu Prof. Dr. Elfita, M.Si. dan ibu Dra. Julinar, M.Si. selaku dosen pembahas tugas akhir penulis, terimakasih atas segala saran, arahan, ilmu, motivasi dan kebaikan hati ibu-ibu sekalian hingga terselesainya skripsi ini.
7. Seluruh staf dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah membagi ilmunya serta telah mendidik penulis selama di bangku perkuliahan.
8. Staf Analis Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya (ibu Yanti, ibu Nur dan ibu Niar) yang telah berjasa membantu selama berlangsungnya kegiatan penelitian.
9. Admin Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya (mba Novi dan kak Iin) yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan administrasi di perkuliahan.
10. Staf analis Laboratorium Mikrobiologi FMIPA Universitas Sriwijaya, Uni atas segala bantuan dan kebaikan hatinya sehingga terselesainya skripsi ini.
11. Siti Solecha, teruntuk diriku sendiri yang telah bertahan sampai chapter akhir masa perkuliahan ini. Terimakasih telah bersabar, ikhlas dan terus bersyukur dalam menjalani setiap prosesnya. Sampai jumpa lagi di next chapter dengan semangat yang lebih membara dan diri yang lebih baik lagi.
12. Kedua orang tua penulis, bapak dan ibu yang senantiasa memberikan dukungan, motivasi, semangat dan segala kasih sayang serta do'a yang tiada henti untuk penulis. Bapak yang telah begitu bekerja keras hingga penulis bisa mencapai tahap ini dan ibu yang selalu mengerti serta mendukung penuh apapun keputusan penulis. Sungguh kasih sayang, pengorbanan dan jasa bapak ibu tidak terbalaskan. Semoga bapak dan ibu senantiasa diberikan kesehatan, kebahagiaan serta selalu dalam lindungan-Nya, aamiin yaa rabbal alamin. Terimakasih juga teruntuk kakak-kakak tersayang atas semangat, dukungan dan do'a yang selalu dipanjatkan untuk penulis. Keponakan-keponakan tersayangku yang selalu menghibur dan menjadi penyemangat penulis, semoga selalu diberi kesehatan dan kebahagiaan.
13. Seluruh keluargaku yang berada di Jawa yang sedikit banyak telah memberikan dukungan kepada penulis selama masa perkuliahan.

14. Alm. Kak Dadang dan mba Evi sekeluarga yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan tahapan pendaftaran masuk kampus dan memberikan tempat singgah untuk penulis di awal-awal menjadi anak rantau. Semoga amal ibadah alm. kak Dadang diterima di sisi-Nya dan mba Evi sekeluarga senantiasa dilimpahkan rahmat sehat serta kebahagiaan.
15. Bude, mba Mila dan kak Andi sekeluarga yang telah memberikan tempat singgah dan banyak memberikan bantuan sehingga penulis merasa seperti memiliki keluarga baru di kota Palembang yang cukup asing bagi penulis.
16. Mamongku tersayang: Siti Azizah, Dwi Hamelia Apriani, Alfina Damayanti, Nikea Ry Anjeli, Rahma Dinta Astuti dan Agesta Fatimatuzzahro yang telah kebersamai selama 4 tahun masa-masa perkuliahan ini. Begitu banyak hal baik suka maupun duka yang telah kita goreskan di perjalanan cerita kita. Kumpul-kumpul, masak bareng, jalan bareng, main bareng, saling berbagi cerita, saling memberi saran serta solusi mengenai perkuliahan atau di luar perkuliahan. Bahkan banyak hal baik yang bisa penulis pelajari dari pribadi Mamong. Terimakasih telah mengizinkan penulis untuk mengenal lebih arti dari persahabatan bersama Mamong. Semoga kita tetap seperti ini hingga di kemudian hari bisa berkumpul kembali untuk saling berbagi kisah hidup masing-masing. See you on top, Mong!
17. Yuni dan Luvita sahabat masa SMA yang masih tetap bertahan bersamaku sampai saat ini. Terimakasih karena sudah saling memberikan dukungan dan semangat selama ini. Sampai jumpa di kampung halaman.
18. Teman seperjuangan, tim penelitianku, Tiara dan Sukma yang telah kebersamai setiap proses kegiatan penelitian dan skripsi ini. Terimakasih karena sudah saling menguatkan, memberi saran, semangat dan motivasi selama ini. Tanpa tim hebat ini, mungkin penulis tidak akan sekuat itu menjalani setiap prosesnya hingga mampu bertahan sampai di titik ini. Tetap semangat dan sukses untuk kedepannya guys, semoga kita bisa dipertemukan kembali di lain waktu.
19. Bangtan Sonyeondan, yang telah memotivasi penulis melalui musik, lirik dan kata-kata yang menghangatkan hati sehingga sedikit banyak mampu memberikan semangat serta hiburan selama proses pengerjaan skripsi ini.

20. Kentut terjepit, temen seru ketika diajak kumpul-kumpul, masak bareng, main bareng dan berbagi cerita.
21. Kak Gelby dan kak Daniel yang telah banyak membantu memberi saran dan ilmunya mengenai penelitian penulis. Terimakasih sudah bersabar menghadapi penulis yang mungkin terlalu banyak bertanya sehingga mengganggu aktivitas kakak-kakak sekalian.
22. Teman-teman Kimia 18, terimakasih telah memberikan kesempatan menjadi bagian kecil dari kalian. Banyak pengalaman dan kenangan yang tidak terlupakan dari kalian semua. Semoga kita semua sukses dan kedepannya diberikan yang terbaik.
23. Semua pihak yang sedikit banyak telah membantu penulis baik dalam perkuliahan maupun penelitian yang tidak dapat dituliskan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih banyak kesalahan dan kekurangan dalam hal pengetahuan dan pengalaman pada topik yang diangkat dalam skripsi ini. Untuk itu, penulis mengharapkan saran dan masukan yang membangun dari pembaca agar kedepannya skripsi ini dapat lebih padat ilmu dan bermanfaat bagi pembaca dan kita semua.

Indralaya, 14 September 2022

Penulis

SUMMARY

SYNTHESIS OF SILVER NANOPARTICLES (AgNPs) USING LEAF EXTRACT OF SERIBU KUMAN (*Rhinacanthus nasutus*) AND TESTED ITS ANTIBACTERIAL ACTIVITY AGAINST *Escherichia coli* AND *Staphylococcus aureus*

Siti Solecha: Supervised by Dr. Eliza, M.Si. and Dr. Desnelli, M.Si.

Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Science, Sriwijaya University

xviii + 65 pages, 13 tables, 9 pictures, 10 attachments

The content of secondary metabolites in plants such as alkaloids, flavonoids, terpenoids and phenolic can act as reducing agents and capping agents in the synthesis of silver nanoparticles (AgNPs). Groups such as carbonyl, hydroxyl and amine can bind strongly to the metal and form a layer that covers the nanoparticles. The plant of a Seribu Kuman (*Rhinacanthus nasutus*) contains secondary metabolites that are thought to have the ability to reduce metals.

The working procedure in this study begins with phytochemical screening of alkaloids, flavonoids, triterpenoids, steroids and saponins. The next step is to prepare the extract and determine the best variation in the synthesis of silver nanoparticles through variations in extract volumes and temperatures. The best variation in the synthesis of silver nanoparticles is determined by looking at the highest absorbance value and the maximum wavelength that appears in the 400-480 nm region on a UV-Vis spectrophotometer. The synthesis of silver nanoparticles in the best variation were then characterized using XRD and FTIR and tested their antibacterial activity. The method used in the antibacterial activity test was the disc diffusion method against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*.

Phytochemical screening of the leaf extract of a Seribu Kuman showed the presence of alkaloids, flavonoids, triterpenoids, steroids and saponins. The best variation was obtained at a variation of the extract volume of 9 mL and a temperature of 50°C with $A = 0,981$ and $\lambda_{maks} = 435$ nm. XRD diffractogram data of silver nanoparticles showed the typical 2θ angle value of silver nanoparticles according to the JCPDS database No. 04-0783 at 37,95° (111); 44,30° (200); 64,53° (220) and 77,30° (311) with a crystal size of 7,970 nm and a crystal structure is Face Centered Cubic (FCC). FTIR spectrum analysis showed the loss of absorption of C=O aldehyde to C=O absorption of carboxylate ion which indicated a reduction in silver ions. The antibacterial activity test of silver nanoparticles against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* showed antibacterial activity which was included in the moderate category with an average clear zone diameter of 10,23 mm and 8,31 mm, respectively.

Keywords: Silver Nanoparticles, Leaf of Seribu Kuman, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*

Citations : 70 (1987-2021)

RINGKASAN

SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK (AgNPs) MENGGUNAKAN EKSTRAK DAUN SERIBU KUMAN (*Rhinacanthus nasutus*) DAN UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERINYA TERHADAP *Escherichia coli* DAN *Staphylococcus aureus*

Siti Solecha: dibimbing oleh Dr. Eliza, M.Si. dan Dr. Desnelli, M.Si.

Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya

xviii + 65 halaman, 13 tabel, 9 gambar, 10 lampiran

Kandungan senyawa metabolit sekunder pada tumbuhan seperti alkaloid, flavonoid, terpenoid dan fenolik dapat berperan sebagai agen pereduksi dan *capping agent* dalam sintesis nanopartikel perak (AgNPs). Gugus-gugus seperti karbonil, hidroksil dan amina dapat berikatan kuat dengan logam dan membentuk lapisan yang menutupi partikel nano. Tumbuhan Seribu Kuman (*Rhinacanthus nasutus*) mengandung senyawa metabolit sekunder yang diperkirakan memiliki kemampuan dalam mereduksi logam.

Prosedur kerja pada penelitian ini diawali dengan skrining fitokimia terhadap senyawa alkaloid, flavonoid, triterpenoid, steroid dan saponin. Tahap selanjutnya dilakukan preparasi ekstrak dan penentuan variasi terbaik sintesis nanopartikel perak melalui variasi volume ekstrak dan temperatur. Variasi terbaik sintesis nanopartikel perak ditentukan dengan melihat nilai absorbansi tertinggi dan panjang gelombang maksimum yang muncul pada daerah 400-480 nm pada spektrofotometer UV-Vis. Nanopartikel perak hasil sintesis pada variasi terbaik selanjutnya dikarakterisasi menggunakan XRD dan FTIR serta diuji aktivitas antibakterinya. Metode yang digunakan pada uji aktivitas antibakteri berupa metode difusi cakram terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.

Skrining fitokimia dari ekstrak daun Seribu Kuman menunjukkan adanya senyawa golongan alkaloid, flavonoid, triterpenoid, steroid dan saponin. Variasi terbaik nanopartikel perak diperoleh pada variasi volume ekstrak 9 mL dan temperatur 50°C dengan $A = 0,981$ serta $\lambda_{maks} = 435$ nm. Data difraktogram XRD dari nanopartikel perak menunjukkan nilai sudut 2θ khas nanopartikel perak sesuai database JCPDS No. 04-0783 pada $37,95^\circ$ (111); $44,30^\circ$ (200); $64,53^\circ$ (220) dan $77,30^\circ$ (311) dengan ukuran kristal 7,970 nm dan struktur kristal berupa *Face Centered Cubic* (FCC). Analisis spektrum FTIR memperlihatkan hilangnya serapan C=O aldehyd menjadi serapan C=O ion karboksilat yang menunjukkan terjadinya reduksi ion perak. Uji aktivitas antibakteri nanopartikel perak terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* menunjukkan adanya aktivitas antibakteri yang termasuk ke dalam kategori sedang dengan diameter rata-rata zona bening masing-masing sebesar 10,23 mm dan 8,31 mm.

Kata Kunci : Nanopartikel Perak, Daun Seribu Kuman, *Escherichia coli*,
Staphylococcus aureus

Kutipan : 70 (1987-2021)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
SUMMARY	xi
RINGKASAN	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
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 Deskripsi Tumbuhan Seribu Kuman (<i>Rhinachantus nasutus</i>)	4
2.2 Manfaat Tumbuhan Seribu Kuman (<i>R. nasutus</i>).....	5
2.3 Kandungan Kimia Tumbuhan Seribu Kuman (<i>R. nasutus</i>)..	5
2.4 Skrining Fitokimia.....	9
2.5 Nanopartikel Perak (AgNPs).....	11
2.6 Sintesis Nanopartikel Perak (AgNPs)	13
2.7 Karakterisasi Nanopartikel Perak (AgNPs).....	14
2.7.1 Spektrofotometer UV-Vis	14
2.7.2 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	14
2.7.3 <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR).....	15
2.8 Resistensi Antibiotik	17

2.9 Nanopartikel Perak Sebagai Antibakteri	18
2.10 Bakteri Uji	18
2.10.1 <i>Escherichia coli</i>	18
2.10.2 <i>Staphylococcus aureus</i>	19
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.2 Alat dan Bahan	21
3.2.1 Alat	21
3.2.2 Bahan	21
3.3 Prosedur Kerja	21
3.3.1 Pengumpulan dan Preparasi Sampel	21
3.3.2 Skrining Fitokimia	22
3.3.2.1 Uji Alkaloid	22
3.3.2.2 Uji Flavonoid	22
3.3.2.3 Uji Triterpenoid dan Steroid	22
3.3.2.4 Uji Saponin	23
3.3.3 Preparasi Ekstrak Sampel	23
3.3.4 Pembuatan Larutan AgNO ₃ 10 ⁻³ M	23
3.3.5 Uji Pendahuluan	23
3.3.6 Menentukan Variasi Terbaik Nanopartikel Perak	23
3.3.6.1 Variasi Volume Ekstrak	23
3.3.6.2 Variasi Temperatur	24
3.3.7 Karakterisasi Nanopartikel Perak	24
3.3.7.1 Spektrofotometer UV-Vis	24
3.3.7.2 <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	25
3.3.7.3 <i>Fourier Transform Infra Red (FTIR)</i>	25
3.3.8 Uji Aktivitas Antibakteri	25
3.3.8.1 Sterilisasi Alat dan Bahan	25
3.3.8.2 Pembuatan Media <i>Nutrient Agar (NA)</i>	26
3.3.8.3 Pembuatan Media <i>Nutrient Broth (NB)</i>	26
3.3.8.4 Peremajaan Bakteri	26
3.3.8.5 Pembuatan Suspensi Bakteri	26

3.3.8.6 Uji Aktivitas Antibakteri	26
3.4 Analisis Data	27
3.4.1 Sintesis Nanopartikel Perak	27
3.4.2 Penentuan Variasi Terbaik pada Sintesis Nanopartikel Perak.....	27
3.4.3 Karakterisasi Nanopartikel Perak.....	27
3.4.4 Uji Antibakteri	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Skrining Fitokimia.....	30
4.2 Sintesis Nanopartikel Perak (AgNPs)	31
4.2.1 Variasi Volume Ekstrak	34
4.2.2 Variasi Temperatur	35
4.3 Karakterisasi Nanopartikel Perak (AgNPs).....	37
4.3.1 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	37
4.3.2 <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR).....	39
4.4 Uji Aktivitas Antibakteri	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN.....	54

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Tumbuhan Seribu Kuman (<i>Rhinacanthus nasutus</i>).....	4
Gambar 4.1 Perubahan Warna Nanopartikel Perak dari Ekstrak Daun Seribu Kuman.....	31
Gambar 4.2 Spektrum UV-Vis Nanopartikel Perak dari Ekstrak Daun Seribu Kuman pada Waktu Pengukuran 1 Jam, 2 Jam, 3 Jam, 4 Jam, 1-5 Hari.....	32
Gambar 4.3 Spektrum UV-Vis Nanopartikel Perak Variasi Volume Ekstrak Daun Seribu Kuman pada Waktu Pengukuran 4 Hari.....	34
Gambar 4.4 Spektrum UV-Vis Nanopartikel Perak dari Ekstrak Daun Seribu Kuman Melalui Variasi Temperatur pada Waktu Pengukuran 4 Hari.....	35
Gambar 4.5 Difraktogram Nanopartikel Perak dari Ekstrak Daun Seribu Kuman	37
Gambar 4.6 Spektrum FTIR: (a) Ekstrak Daun Seribu Kuman (b) Nanopartikel Perak dari Ekstrak Daun Seribu Kuman.....	40
Gambar 4.7 Aktivitas Antibakteri Terhadap Bakteri Gram Negatif <i>Escherichia coli</i> : (a) Pengulangan Kesatu (b) Pengulangan Kedua.....	42
Gambar 4.8 Aktivitas Antibakteri Terhadap Bakteri Gram Positif <i>Staphylococcus aureus</i> : (a) Pengulangan Kesatu (b) Pengulangan Kedua	42

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Daftar Gugus Fungsi Beserta Bilangan Gelombangnya	16
Tabel 3.1 Daftar Struktur Kristal	28
Tabel 3.2 Kemampuan Aktivitas Antibakteri	29
Tabel 4.1 Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak Daun Seribu Kuman.....	30
Tabel 4.2 Nilai Absorbansi dan Panjang Gelombang Maksimum Nanopartikel Perak dari Ekstrak Daun Seribu Kuman pada Waktu Pengukuran 1 Jam, 2 Jam, 3 Jam, 4 Jam, 1-5 Hari.....	33
Tabel 4.3 Nilai Absorbansi dan Panjang Gelombang Maksimum Nanopartikel Perak dari Ekstrak Daun Seribu Kuman Variasi Volume Ekstrak pada Waktu Pengukuran 4 Hari.....	34
Tabel 4.4 Nilai Absorbansi dan Panjang Gelombang Maksimum Nanopartikel Perak dari Ekstrak Daun Seribu Kuman Variasi Temperatur pada Waktu Pengukuran 4 Hari	36
Tabel 4.5 Perbandingan Sudut Difraksi 2θ Antara Nanopartikel Perak dari Ekstrak Daun Seribu Kuman dengan Database JCPDS No. 04-0783	38
Tabel 4.6 Data Ukuran Kristal Nanopartikel Perak dari Ekstrak Daun Seribu Kuman	38
Tabel 4.7 Data Hasil Analisis Difraktogram Sudut 2θ Nanopartikel Perak Ekstrak Daun Seribu Kuman	39
Tabel 4.8 Data Hasil Analisis FTIR Ekstrak Daun Seribu Kuman dan Nanopartikel Perak dari Ekstrak Daun Seribu Kuman.....	41
Tabel 4.9 Diameter Zona Bening Nanopartikel Perak Terhadap Bakteri <i>Escherichia coli</i> dan <i>Staphylococcus aureus</i>	43
Tabel 4.10 Kemampuan Antibakteri Nanopartikel Perak dari Ekstrak Daun Seribu Kuman Terhadap Bakteri <i>Escherichia coli</i> dan <i>Staphylococcus aureus</i>	44

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Skema Kerja	55
Lampiran 2 Hasil Analisis Skrining Fitokimia.....	56
Lampiran 3 Data Pembentukan Nanopartikel Perak (AgNP) Ekstrak Daun Seribu Kuman yang diukur Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis	57
Lampiran 4 Difraktogram Hasil Analisis XRD Nanopartikel Perak dari Ekstrak Daun Seribu Kuman	58
Lampiran 5 Data JCPDS Ag.....	59
Lampiran 6 Data Perhitungan Ukuran Kristal Nanopartikel Perak dari Ekstrak Daun Seribu Kuman	60
Lampiran 7 Spektrum Hasil Analisis FTIR Ekstrak Daun Seribu Kuman	61
Lampiran 8 Spektrum Hasil Analisis FTIR Nanopartikel Perak dari Ekstrak Daun Seribu Kuman	62
Lampiran 9 Data Hasil Uji Antibakteri Nanopartikel Perak dari Ekstrak Daun Seribu Kuman dengan Metode Cakram	63
Lampiran 10 Dokumentasi Penelitian.....	64

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara dengan keanekaragaman hayati yang tinggi di dunia. Keanekaragaman hayati yang ada di Indonesia telah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat dalam berbagai bidang, contohnya sumber obat tradisional. Pemanfaatan tumbuhan selain sebagai suatu bahan baku obat tradisional, telah cukup banyak penelitian yang mengembangkan pemanfaatan tumbuhan dalam pembuatan nanopartikel. Aromal and Philip (2012) melaporkan bahwa senyawa metabolit sekunder yang terkandung di dalam ekstrak tumbuhan, seperti alkaloid, flavonoid, terpenoid dan fenolik mampu bertanggung jawab dalam mereduksi logam. Senyawa metabolit sekunder tersebut terlibat dalam sintesis partikel nano yang ramah lingkungan melalui reaksi reduksi logam seperti emas dan perak (Kuppusamy *et al.*, 2016). Gugus seperti karbonil, hidroksil dan amina yang ada pada senyawa metabolit sekunder berikatan kuat dengan logam dan membentuk lapisan yang menutupi partikel nano. Gugus tersebut bertindak sebagai agen pereduksi serta *capping agent* untuk mencegah terjadinya aglomerasi dan memberikan stabilitas pada nanopartikel (Sadeghi and Gholamhoseinpoor, 2015).

Tumbuhan Seribu Kuman (*Rhinacanthus nasutus*) merupakan tumbuhan yang termasuk ke dalam keluarga *Acanthaceae* dan banyak tersebar luas di beberapa bagian anak benua di wilayah seperti Cina, Asia Tenggara dan India. Bagian-bagian dari tumbuhan ini telah dimanfaatkan sebagai obat tradisional untuk mengobati penyakit TBC paru, eksim, diabetes, herpes, hepatitis, hipertensi dan penyakit kulit (Siripong *et al.*, 2006). Tumbuhan ini mengandung zat aktif seperti flavonoid, terpenoid, steroid, antrakuinon, naftokuinon dan lignan (Bukke *et al.*, 2011). Raj *et al.*, (2015) juga melaporkan adanya kandungan kimia lain dari golongan alkaloid dan saponin pada daun tumbuhan ini. Senyawa-senyawa yang terkandung pada daun tumbuhan Seribu Kuman diperkirakan memiliki kemampuan dalam mereduksi logam untuk membentuk nanopartikel.

Nanopartikel perak (AgNPs) merupakan salah satu bidang nanoteknologi dengan ukuran material berkisar antara 1-100 nm (Ahmed *et al.*, 2016).

Nanopartikel perak dengan ukurannya yang kecil akan berinteraksi dengan bakteri sehingga menghasilkan efek elektronik yang dapat meningkatkan reaktivitas dari nanopartikel perak (Mathew *et al.*, 2020). Nanopartikel perak dapat disintesis melalui 3 metode yang meliputi, metode fisik, kimia dan biologi (Chugh *et al.*, 2021). Sintesis nanopartikel perak dengan metode fisik dan kimia memiliki kelemahan, diantaranya waktu yang diperlukan untuk proses preparasi lama, tidak ekonomis, tidak ramah lingkungan serta memerlukan suhu, tekanan dan energi yang tinggi. Metode biologi memberi solusi terhadap kelemahan dari metode fisik dan kimia dimana metode biologi memanfaatkan ekstrak tumbuhan dalam pembuatan nanopartikel perak. Sintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak tumbuhan bersifat lebih mudah dilakukan, lebih ekonomis dan ramah lingkungan dibandingkan menggunakan metode fisik dan metode kimia (Jalab *et al.*, 2021).

Senyawa metabolit sekunder tertentu yang ditemukan pada beberapa tumbuhan dapat digunakan sebagai suatu zat pereduksi sehingga dapat dijadikan alternatif dalam pembuatan nanopartikel perak (Lembang, 2013). Sintesis nanopartikel perak dengan menggunakan ekstrak tumbuhan telah dilaporkan pada beberapa penelitian, seperti sintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak Rimpang Gandasuli (*Hedychium coronarium* J. Koenig). Aktivitas antibakteri yang dimiliki oleh nanopartikel perak dari ekstrak Rimpang Gandasuli dengan konsentrasi 1000 ppm terhadap *Escherichia coli*, *Vibrio cholerae* dan *Staphylococcus aureus* ditunjukkan dengan adanya diameter zona hambat masing-masing sebesar 21,66 mm, 10,67 mm dan 15,33 mm (Thomas *et al.*, 2014).

Berdasarkan studi literatur, daun Seribu Kuman diperkirakan memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder yang berpotensi sebagai agen pereduksi dalam sintesis nanopartikel perak. Tumbuhan ini dipilih sebagai topik penelitian dikarenakan belum ada yang melaporkan terkait sintesis nanopartikel perak dari ekstrak daun Seribu Kuman dan aplikasinya sebagai antibakteri. Oleh karena itu, dilakukan sintesis nanopartikel perak dari ekstrak daun Seribu Kuman serta uji aktivitas antibakterinya terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana kandungan senyawa metabolit sekunder yang ada pada ekstrak daun Seribu Kuman berdasarkan hasil skrining fitokimianya?

2. Apakah ekstrak daun seribu kuman dapat mereduksi Ag^+ menjadi Ag^0 ?
3. Bagaimana variasi terbaik dari volume ekstrak dan temperatur dalam sintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak daun Seribu Kuman?
4. Bagaimana hasil karakterisasi nanopartikel perak dari ekstrak daun Seribu Kuman?
5. Apakah nanopartikel perak hasil sintesis menggunakan ekstrak daun Seribu Kuman pada variasi terbaik bersifat aktif antibakteri terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Menentukan senyawa metabolit sekunder yang terkandung pada ekstrak daun Seribu Kuman.
2. Mengetahui apakah ekstrak daun Seribu Kuman dapat mereduksi Ag^+ menjadi Ag^0 .
3. Menentukan variasi terbaik sintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak daun Seribu Kuman melalui variasi volume ekstrak dan temperatur.
4. Melakukan karakterisasi nanopartikel perak dari ekstrak daun Seribu Kuman pada variasi terbaik menggunakan spektrofotometer UV-Vis, XRD dan FTIR.
5. Melakukan uji aktivitas antibakteri nanopartikel perak hasil sintesis pada variasi terbaik terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat melengkapi informasi mengenai kandungan senyawa metabolit sekunder daun Seribu Kuman (*Rhinacanthus nasutus*) dan potensinya sebagai agen pereduksi dalam pembentukan nanopartikel perak (AgNPs). Manfaat lain dari penelitian ini diharapkan juga dapat memberikan kontribusi untuk mengembangkan sintesis nanopartikel perak dari ekstrak daun Seribu Kuman serta uji aktivitas antibakterinya terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, S., Ahmad, M., Swami, B. L., and Ikram, S. 2016. A Review on Plants Extract Mediated Synthesis of Silver Nanoparticles for Antimicrobial Applications: A Green Expertise. *Journal of Advanced Research*. (7)1): 17-28.
- Akintelu, S. A., Bo, Y., and Folorunso, A. S. 2020. A Review on Synthesis, Optimization, Mechanism, Characterization, and Antibacterial Application of Silver Nanoparticles Synthesized from Plants. *Journal of Chemistry*. 1(1): 1-12.
- Almagor, J., Temkin, E., Benenson, I., Fallach, N., and Carmell, Y. 2018. The Impact of Antibiotic Use One Transmission of Resistance Bacteria in Hospitals: Insight from an Agent-Based Model. *Journal of Plos One*. 1(1): 1-14.
- Amarasiri, M., Sano D., and Suzuki. 2020. Understanding Human Health Risk Caused by Antibiotic Resistance Bacteria (ARB) and Antibiotic Resistance Genes (ARG) in Water Environments: Current Knowledge and Question to be Answered. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. 50(19): 2016-2059.
- Arifin, H., N., R., Ninggih, A. A., Fitrianiingsih., and Hakim, A. 2013. Antibacterial Activity Test Sea Cucumber Extract (*Holothuria scabra*) Sidayu Coast Gresik Using Disk Diffusion Method. *Alchemy*. 2(2): 101-149.
- Ariyanta, H., A. 2016. Preparasi Nanopartikel Perak dengan Metode Reduksi dan Aplikasinya Sebagai Antibakteri Penyebab Luka Infeksi. *Media Kesehatan Masyarakat*. 10(1): 36-42.
- Aromal, S. A., and Philip, D. 2012. Green Synthesis of Gold Nanoparticles Using *Trigonella foenum-graecum* and its Size Dependent Catalytic Activity. *Spectrochimica Acta: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. 97(1): 1-5.
- Bagherzade, G., Tavakoli, M. M., and Namaei, M. H. 2017. Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using Aqueous Extract of Saffron (*Crocus sativus* L.) Wastages and its Antibacterial Activity Against Six Bacteria. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 7(3): 227-233.
- Berg, H. C. 2003. *E. coli in Motion*. USA: Department of Molecular and Cellular Biology Harvard University Cambridge.
- Brimson, J. M., Sirikalaya, J. B., Chrisyopher, A. B., Varaporn, R., and Tewin, T. 2012. *Rhinacanthus nasutus* Extracts Prevent Glutamate and Amyloid- β Neurotoxicity in HT-22 Mouse Hippocampal Cells; Possible Active Compounds Include Lupeol, Stigmasterol and β -Sitosterol. *International Journal Molecular Science*. 13(1): 5074-5097.

- Bukke, S., Raghu, P. S., Sailaja, G., and Kedam, T. R. 2011. The Study on Morphological, Phytochemical and Pharmacological Aspects of *Rhinacanthus nasutus* L. Kurz (A Review). *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. 1(8): 26-32.
- Bunaciu, A. A., Udristioiu, E. G., and Enein, H. Y. A. 2015. X-Ray Diffraction; Instrumentation and Applications. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*. 45(4): 289-299.
- Calipinar, H., and Ulas, D. 2019. Development of Nanotechnology in the World and Nanotechnology Standards in Turkey. *Procedia Computer Science*. 158(1): 1011-1018
- Chandra, Vinay, D., Abhimanyu K. J, Kumar S. 2011. Detection of Antimicrobial Activity of *Oscimum sanctum* (Tulsi) and *Trigonella foenum graecum* (Methi) Against Some Selected Bacterial and Fungial Strains. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2(4): 809.
- Chuchita, Santoso, S. J., dan Suyanta. 2018. Sintesis Nanopartikel dari Perak Nitrat dengan Tirosin sebagai Reduktor dan Agen Pengkaping untuk Membentuk Nanokomposit Film AgNPs-Poli Asam Laktat sebagai Antibakteri. *Berkala MIPA*. 2(2): 140-153.
- Chugh, D., Viswamalaya, V. S., and Das, B. 2021. Green Synthesis of Silver Nanoparticles with Algae and the Importance of Capping Agents in the Process. *Journal of Genetic Engeneering and Biotechnology*. 19(126): 1-21.
- Davis, W. W and Stout, T. R. 1971. *Disc Plate Methods of Microbiological Antibiotic Assay*. Microbiology.
- Dubey, S. P., Lahtinen, M., and Sillanpaa, M. 2010. Tansy Fruit Mediated Green Synthesis of Silver and Gold Nanoparticles. *Process Biochemistry*. 45(1): 1065-1071.
- Encarnacion, E. B., Gonzales, C. E. E., Anzaldo, X. G. V. Cardenas, M. E. C., and Ramirez, J. R. M. 2019. Silver Nanoparticles Synthesized through Green Methods Using *Escherichia coli* Top 10 (Ec-Ts) Growth Culture Medium Exhibit Antimicrobial Properties against Nongrowing Bacterial Strains. *Journal of Nanomaterials*. 1(1): 1-8.
- Fadli, A., Jekti, D. S. D., dan Bahri, S. 2018. Uji Toksisitas Ekstrak Metanol Daun Mustajab (*Rhinacanthus nasutus* L. KURZ) Terhadap Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.). *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi*. 770-774.
- Garrity, Benner, G., Krieg, D. J., Staley, N. R., and James, T. 2005. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology Volume Two: The Proteobacteris*. USA: Springer.
- Gavade, S. J. M., Nikam, G. H., Sabale, S. R., Dhabbe, R. S., Mulik, G. N., and Tamhankar, B V. 2015. Green Synthesis of Silver Nanoparticles by Using

- Acacia concinna* Fruit Extract and Their Antibacterial Activity. *Nano Science and Nano Technology an Indian Journal*. 9(3); 89-94.
- Jain, S., and Mehata, M. S. 2017. Medicinal Plant Extract and Pure Flavonoi Mediated Green Synthesis of Silver Nanoparticles and Their Enhanced Antibacterial Property. *Scientific Reports*. 7(15867): 1-14.
- Hakim, A., Liliyasi, K. A., and Syah, Y. M. 2016. Making a Natural Product Chemistry Course Meaningful with a Mini Project Laboratory. *Journal of Chemical Education*. 93(1): 193-196.
- Harborne, J. B. 1987. *Metode Fitokimia: Penuntun Cara Modern Menganalisa Tumbuhan*. Bandung: ITB.
- Hussein, S. 2014. Phytosynthesis of Nanoparticles: Concept, Controversy, and Application. *Nanoscale Research Letters*. 9(1): 229.
- Ishii, S., Yan, T., Vu, H., Hansen, D. L., Hicks, R.E., and Adowsky, M. J. 2010. Factors Controlling Long-Term Survival and Growth of Naturalized *Escherichia coli* Population in Temperate Field Soils. *Microbes and Environment*. 25(1): 8-14.
- Ismul, A. H., Sumariah, Dahlan, M., dan Mohtar. 2011. Penentuan Struktur Kristal Al Mg Alloy dengan Difraksi Neutron. *Jurnal Fisika*. 14(1): 41-48.
- Jalab, J., Abdelwahed, W., Kitaz, A., and Al-Kayali, R. 2021. Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using Aqueous Extract of *Acecia cyanophylla* and its Antibacterial Activity. *Heliyon*. 7(1): 1-9.
- Jemilugba, O. T., Sakho, E. M., Parani, S., Mavumengwana, V., and Oluwafemi, O. S. 2019. Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using *Combretum erythrophyllum* Leaves and its Antibacterial Activities. *Colloid and Interface Science Communications*. 31(1): 100191.
- Kakakhel, M. A., Sajjad, W., Wu, F., Bibi, N., Shah, K., Yali, Z., and Wang, W. 2021. Green Synthesis of Silver Nanoparticles and Their Shortcomings, Animal Blood a Potential Source FOR Silver Nanoparticles: a Review. *Journal of Hazardous Materials Advances*. 1(1): 1-12.
- Kasim, S., Taba, P., Ruslan dan Romianto. 2020. Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Daun Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Sebagai Bioreduktor. *Jurnal Riset Kimia*. 6(2): 126-133.
- Khalil, K. A., Fouad, H., Elsarnagawy, T., and Almajhdi, F. N. 2013. Preparation and Characterization of Electrospun PLGA/Silver Composite Nanofibers for Biomedical Applications Application. *International Journal Electrochem Science*. 3(8): 3483-3493.
- Khan, M. Z. H., Tareq, F. K., Hossen, M. A., Roki, M. N. A. M. 2018. Green Synthesis and Characterization of Silver Nanoparticles *Coriandrum sativum* Leaf Extract. *Journal of Engineering Science and Technology*. 13(1): 156-166.

- Kulkarni, N., and Muddapur, U. 2014. Biosynthesis of Metal Nanoparticles: a Review. *Journal Nanotechnol.* 1(1): 1-8.
- Kuppusamy, P., Yusoff, M. M., Maniam, G. P., and Govindan, N. 2016. Biosynthesis of Metallic Nanoparticles Using Plant Derivates and Their New Avenues in Pharmacological Applications-an Updated Report. *Saudi Pharmaceutical Journal.* 24(1): 473-484.
- Lembang, E. Y., Maming, Zakir, M. 2013. Sintesis Nanopartikel Perak dengan Menggunakan Metode Reduksi Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Ketapang (*Terminalia catappa*). Repository Universitas Hassanudin: Makassar.
- Lewis, W. K., Rosenberger, A. T., Gord, J. R., Crouse, C. A., Harruff, B. A., Fernando, K.A.S., Smith, M. J., Phelps, D. K., Spowart, J. E., Guliants, E. A., Bunker, C. E. 2010. Multispectroscopic (FTIR, XPS, and TOFMS-TPD) Investigation of the Coreshell Bonding in Sonochemically Prepared Aluminium Nanoparticles Capped with Oleic Acid. *Journal Physical Chemistry.* 114(14): 6377-6380.
- Liu, R., Liu, J., Kong, W., Huang, H., Han, X., Zhang, X., Liu, Y., Kang, Z. 2014. Adsorption Dominant Catalytic Activity of Carbon Dots Stabilized Gold Nanoparticles System. *Dalton Trans.* 43(28): 10920-10929.
- Loir, Y. L., Baron, F., and Gautier, M. 2003. *Staphylococcus aureus* and Food Poisoning. *Genetics and Molecullar Research.* 2(1): 63-76.
- Looft, T., Johnson, T. A., Allen, H. K., Bayles, D. O., Alt, D. P., Stedtfeld, R. D., Sul, W. J., Stedtfeld, T. M. 2012. Infeed Antibiotic Effect on the Swine Intestinal Microbio. *Proceedings of the National Academy of Sciencee of the United States of America.* 109: 1691-1696.
- Makarov, V. V., Love, A. J., Sinitsyna, O. V., Makarova, S. S., Yaminsky, I. V., Taliansky, M. E., and Kalinina, N. O. 2014. Green Nanotechnology: Synthesis of Metal Nanoparticles Using Plants. *Acta Naturae.* 6(1): 35-44.
- Masakke, Y., Rasyid, M., Sulfikar. 2014. Biosintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Metanol Daun Manggis (*Garcinia mangostana* L.). *Journal of Chemistry.* 5(2): 45-57.
- Mathew, S., Victorio, C. P., Jasmine, S. M. S., and Baby T. B. H. 2020. Biosynthesis of Silver Nanoparticles Using Flowers of *Calotropis gigantea* (L.) W. T. Aiton and Activity Against Pathogenic Bacteria. *Arabian Journal of Chemistry.* 13(1): 9139-9144.
- Meliawati, R. 2009. Escherichia coli. *Jurnal BioTrends.* 4(1): 2.
- Nair, N., R. Biswas, F. Gotz and L. Biswas. 2014. Impact of *Staphylococcus aureus* on Pathogenesis in Polymicrobial Infections. *Journal American Society for Microbiology.* 82(6): 2162-2169.

- Ndikau, M., Noah, N. M., Andala, M. D. and Masika, E. 2017. Green Synthesis and Characterization of Silver Nanoparticles Using *Citrullus lanatus* Fruit Rind Extract. *International Journal of Analytical Chemistry*. 1-9.
- Oktavia, N. I., dan Sutoyo, S. 2021. Review Artikel: Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Tumbuhan Sebagai Bahan Antioksidan. *UNESA Journal of Chemistry*. 10(1): 37-54.
- 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.
- Pretsch, E., Buhlamann, P., and Baderyscher, M. 2008. *Structure Determination of Organic Compounds*. 2008. Berlin: Springer.
- Ponsanti K., Tangnorawich, B., Ngernyuang, N., and Pechyen, C. 2020. A Flower Shape-Green Synthesis and Characterization of Silver Nanoparticles (AgNPs) with Different tarch as a Reducing Agent. *Journal Mater Res Technol*. 9(5): 11003-11012.
- Pormohammad, A., Nasiri, M. J., Azimi, T. 2019. Prevalence of Antibiotic Resistance in *Escherichia coli* Strains Simmultaneously Isolated from Humans, Animals, Food and the Environment: a Systematic Review and Meta-Analysis. *Infection and Drug Resistance*. 12: 1181-1197.
- Raj, V. B., Kmar, S. S., and Kumar, K. L. S. 2015. HPTLC Standardization and Quantification of *Rhinacanthus nasutus*. *Journal of Medicinal Plants Studies*. 3(6): 51-55.
- Rani, P., Trivedi, L., Gaurav, S. S., Singh, A., and Shukla, G. 2021. Green Synthesis of Silver Nanoparticles by *Cassytha filiformis L.* Extract and its Characterization. *Materials Today: Proceedings*. 1(1): 1-7.
- Regaert, W. C. 2017. *Antimicrobial Mechanism of Escherichia coli*. 81-97.
- Sadeghi, B., and Gholamhoseinpoor, F. A Study on the Stability and Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using *Ziziphora tenuior (Zt)* Extract at Room Temperature. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. 134: 310-315.
- Serrano, C. R., Moreno, J. G., Chavez, C. A., Gonzalez, V. R., Sigala, J. J. O., Santoyo, R. M. R., and Rodriguez, L. E. V. 2020. Biosynthesis of Silver Nanoparticles by *Fusarium scirpi* and its Potential as Antimicrobial Agent against Uropathogenic *Escherichia coli* Biofilms. *Journal of Plos One*. 1(1): 1-20.
- Silverstein, R. M. and Webster, F. X. 1997. *Spectrometric Identificaton of Organic Compounds Sixth Edition*. United States of America: John Wiley and Sons.

- Sine, Y., dan Fallo, G. 2016. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Ketapang (*Terminalia catappa* L.) dan Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Portal Jurnal Unimor*. 1(1): 9-11).
- Siripong, P., Yahuafai, J., Shimizu, K. Ichikawa K., Yonezawa, S., and Asai, T. 2006. Antitumor Activity of Liposomal Naphthoquinone Esters Isolated from Thai Medicinal Plant: *Rhinacanthus nasutus* Kurz. *Biol Pharm Bull*. 29(11): 4350-4356.
- Sujarwo, W. 2020. *Usada: Traditional Balinese Medicinal Plants*. Jakarta: LIPI Press.
- Taba, P., Parmitha, N. Y., dan Kasim, S. 2019. Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Daun Salam (*Syzygium polyanthum*) Sebagai Bioreduktor dan Uji Aktivitasnya Sebagai Antioksidan. *Indonesian Journal of Chemical*. 7(1): 51-60.
- Tenaillon, O. *et al.* (2016) Tempo and Mode of Genome Evolution in a 50,000-Generation Experiment. *Nature*. 536(7615): 165–170.
- Thomas, S., Britto, S. J., Mathew, S., and Mani, B. 2014. Evaluation of Antibacterial Potential of Silver Nanoparticles (SNPs) Produced Using Rhizome Extract of *Hedychium coronarium* J. Koenig. *International journal of Pharmacy and Pharmaceutical Science*. 6 (10): 92-95.
- Wang, C. H., Hsieh, Y. H., Powers, Z. M., and Kao, C. Y. 2020. Defeating Antibiotic-Resistant Bacteria: Exploring Alternative Therapies for a Post-Antibiotic Era. *International Journal of Molecular Science*. 21(1): 1-18.
- Veerasamy, R., Xin, T. Z., Gunasagaran, S., Xiang, T. F. W., Yang, E. F. C., Jayakumar, N., and Dhanaraj. 2011. Iosynthesis of Silver Nanoparticles Using Mangosteen Leaf Extract and Evaluation of Their Antimicrobial Activities. *Journal of Saudi Chemical Society*. 15(1): 113-120.
- Warsa, U. C. 1993. *Buku Ajar Mikrobiologi Kedokteran Edisi Revisi*. Jakarta: Binapura Aksara.
- Wendri, N., Rupiasih, N. N., dan Sumadiyasa, M. 2017. Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Daun Sambiloto: Optimasi Proses dan Karakterisasi. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. 15: 113-120.
- Wu, T. S. 1998. Rhinacanthin Q, A Naphthoquinone from *Rhinacanthus nasutus* and its Biological Activity. *Phytochemistry*. 40(1): 2001-2003.
- Wu, L. J., Valkema, R., Haastert P. J. M., and Devreotes, P. N. 1995. The G Protein β Subunit is Essential for Multiple Response to Chemoattractants in *Dictyostelium*. *Journal of Cell Biological*. 129(1); 1667-1675.