

**SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK (AgNPs) MENGGUNAKAN  
EKSTRAK KAYU BATANG KECAPI (*Sandoricum koetjape*) DAN UJI  
AKTIVITASNYA TERHADAP BAKTERI *Escherichia coli* DAN  
*Staphylococcus aureus*.**

**SKRIPSI**

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



Disusun Oleh:  
**ADE GELBY**  
**08031381520076**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2021**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK (AgNPs) MENGGUNAKAN  
EKSTRAK KAYU BATANG KECAPI (*Sandoricum koetjapi*) DAN UJI  
AKTIVITASNYA TERHADAP BAKTERI *Escherichia coli* DAN  
*Staphylococcus aureus*.**

**SKRIPSI**

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

Oleh :

**Ade Gelby**

**08031381520076**

Indralaya, 5 Januari 2021

Pembimbing I



Dr. Eliza, M.Si  
NIP. 196407291991022001

Pembimbing II




Widia Purwaningrum, M.Si  
NIP. 197304031999032001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



  
Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc

NIP. 197210041997021001

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Sintesis Nanopartikel Perak (AgNPs) Menggunakan Ekstrak Kayu batang Kecapi (*Sandoricum koetjapi*) dan Uji Aktivitasnya Terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 5 Januari 2021 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, 5 Januari 2021

### Ketua :

1. **Dr. Eliza, M.Si**

NIP. 196407291991022001

(  )

### Anggota :

2. **Widia Purwaningrum, M.Si**

NIP. 197304031999032001

(  )

3. **Prof. Dr. Elfita, M.Si**

NIP. 196903261994122001

(  )

4. **Dr. Miksusanti, M.Si**

NIP. 196807231994032003


(  )

5. **Dr. Suheryanto, M.Si**

NIP. 196006251989031006

(  )

Mengetahui

  
Dekan FMIPA  
Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc  
NIP. 197210041997021001

  
Ketua Jurusan Kimia  
Dr. Hasanudin, M.Si  
NIP. 197205151997021003

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : Ade Gelby

NIM : 08031381520076

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan 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, 5 Januari 2021

Yang menyatakan,



Ade Gelby

NIM. 08031381520076

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

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

Nama Mahasiswa : Ade Gelby  
NIM : 08031381520076  
Fakultas/Jurusan : MIPA/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 Kayu batang Kecapi (*Sandoricum koetjapi*) dan Uji Aktivitasnya Terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*”. Dengan hak bebas royalti non-eksklusive 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, 5 Januari 2021

Yang menyatakan,



Ade Gelby  
NIM. 08031381520076

*Cukuplah Allah menjadi penolong kami dan Allah sebaik-baik penolong*  
(Qs. Al-Imron:173)

*Jadikanlah sholat dan sabar sebagai penolongmu (Qs. Al-baqarah [2]: 45-46)*

*“Jika engkau yakin semua urusan akan kembali pada Allah, maka lakukan yang terbaik dan yakinlah, Allah akan pilih yang terbaik untukmu”*  
(HR Tirmidzi)

*“Jadikan akhirat dihatimu, dunia ditanganmu dan kematian dipelupuk matamu”*  
(Imam Syafii)

*“Perkecil diri anda, maka anda akan tumbuh lebih besar dari dunia, tiadakan diri anda maka jati diri anda akan terungkap tanpa kata-kata”*  
(Jalaluddin rumi)

*“Hidayah tidak akan dicapai kecuali dengan ilmu, dan jalan lurus tidak dicapai kecuali dengan kesabaran”.*  
(Ibnu Taimiyah)

*Hiduplah dengan duniamu sendiri, jangan dengarkan perkataan orang lain, karena kau tak akan bahagia dengan dunia yang dirancang oleh orang lain.*

*Tersenyumlah walau sedang dalam masalah karena hanya dua orang yang boleh tau tentang semua masalah mu, yaitu dirimu dan Allah SWT.*

*Semua Hari akan selalu terasa bahagia jika kau pandai bersyukur.*  
(Ade Gelby)

*Terkadang Kita harus menyelam kedalam diri kita untuk menyelesaikan masalah kita*  
(Patrik Star)

*Skripsi ini saya persembahkan untuk :*

- *Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW*
- *Kedua orangtuaku yang selalu memberikanku kasih dan sayang dan selalu mendoakanku*
- *Sahabat-sahabatku terkasih dan tersayang*
- *Almamaterku Universitas Sriwijaya*
- *Masyarakat seluruh Indonesia yang cinta tanah air*

## KATA PENGANTAR

Assalammu'alaikumwarahmatullahwabaraku

Segala puji bagi Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul: “Sintesis Nanopartikel Perak (AgNPs) Menggunakan Ekstrak Kayu batang Kecapi (*Sandoricum koetjapi*) dan Uji Aktivitasnya Terhadap Bakteri *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 widia purwaningrum, M.Si. yang telah meluangkan waktu memberikan bimbingan, pengajaran yang tulus, pengalaman, motivasi, saran dan petunjuk, kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga menyampaikan terimakasih kepada :

1. Allah SWT. Atas segala rahmat, kasih sayang dan hidayah Nya terhadap penulis yang sungguh tak terhitung jumlahnya hingga terselesainya skripsi ini.
2. Nabi Muhammad SAW. Atas segala limpahan kasih sayangnya terhadap umatnya. Beserta sahabat-sahabatnya yang memperjuangkan agama Allah SWT.
3. Terkhusus untuk ayahku Kusmayadi dan ibuku Emilia yang tanpa henti selalu mendukung, memberikan motivasi, memberikan kasih sayang serta do'a yang tiada henti untuk penulis dan untuk adik-adik tersayang Frety al-adlu dan Chairil rizky yang selalu memberikan doa, semangat dan dukungan kepada penulis.
4. Bapak Prof. Dr. Ishaq Iskandar, M. Sc Selaku dekan MIPA, Univesitas Sriwijaya
3. Bapak Dr. Hasanudin, M.Si selaku ketua jurusan kimia FMIPA Universitas Sriwijaya. Bapak sangat banyak memotivasi, memberikan dukungan serta bimbingan yang tiada henti-hentinya untuk seluruh mahasiswa jurusan kimia.
4. Bapak Dr. Dedi Rohendi, M.T. sebagai dosen Pembimbing Akademik yang selalu sabar dan memberikan bimbingan terbaik untuk penulis dikala penulis

tidak mengerti tentang perkuliahan. Saya berterima kasih juga kepada Ibu Dr. Miksusanti, M.Si, ibu Prof. Dr. Elfita, M.Si dan bapak Dr. Suheriyanto, M.Si yang menjadi pembahas saya serta penguji sidang sarjana penulis. Terimakasih atas bimbingan dan masukannya serta telah menjadi bagian terpenting dari penulis.

5. Seluruh staf dosen jurusan kimia Fakultas MIPA UNSRI yang telah membagi ilmunya serta telah mendidik penulis. Semoga penulis dapat mengikuti jalan bapak dan ibu dalam mengabdikan pada masyarakat.
6. Staf Analis Laboratorium Kimia FMIPA (Yuk Nur, Yuk niar, Yuk Yanti dan mbak Wiwin) terimakasih atas bantuannya Selama penelitian.
7. Teman-teman seperjuangan tugas akhir Muhamad Hariyanto Saputra, S.Si, Mutia Anjarwati, S.Si, Julya Helende Z, S.Si, dan Puput Melati, S.Si. sebagai teman satu pembimbing yang sering memberi nasihat dan penghibur.
8. Kepada Keluarga Besar MIKI 15 terimakasih telah menjadi bagian dalam hidup penulis, menjadi rumah untuk berbagi banyak hal, banyak pengalaman dan kenangan yang tidak terlupakan dari kalian semua. Semoga kita semua sukses semua kedepannya dan diberikan yang terbaik.
9. Kepada BPH Himaki 2016-2017 terimakasih telah menjadi tempat berbagi pengalaman berorganisasi.
10. Teman-teman Markas Besar Kimia Organik M. Reza pratama, S.Si, Dede Syainudin, S.Si, Daniel Alfarado, S.Si, Muhammad Hariyanto Saputra, S.Si, Ferri, S.Si, Achmad Fachmi Giansyah, S.Si, Rizky Anugrah, S.Si, Muhammad Iqbal, S.Si, Hardi Cahyadi, S.Si, Ilham Akbar Komriadi, S.Si dan Fikri Akbar, S.Si. Terima kasih telah menghibur dan menghidupkan Lab KO disaat penelitian
11. Mbak Novi, kak Iin dan kak Tejo yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan administrasi selama perkuliahan.
12. Sahabat dari MAN 3 yang party dota 2: Imanintoes, Idang Cholik, Apek Pajri dan Varchan Rengas. Survive dikehidupan dunia dan di akhirat, jangan melupakan satu sama lain. Jangan putus kontak dan saling mengabarkan kabar kalian.



13. Teman- teman dari kos abik: geja, dedi, aldi, feyi, bang tok, dan dakis. Terimakasih telah menemani penulis selama perkuliahan, atas segala bantuan, canda tawa, senang maupun sedih dan juga atas bantuannya dalam mengerjakan skripsi penelitian. Semoga kita semua sukses semua kedepannya dan diberikan yang terbaik.
15. Seluruh kakak dan adik tingkat kimia fmipa unsri serta semua orang yang telah membantu perkuliahan yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Terimakasih atas dedikasi dan bantuan kalian semoga menjadi amal ibadah bagi kalian yang ikhlas dan niat membantu.

Demikian skripsi ini penulis persembahkan, sebagai sebuah karya yang diharapkan dapat bermanfaat bagi kita semua. Penulis menyadari bahwa penyajian skripsi ini jauh dari kata sempurna, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca sehingga skripsi ini menjadi lebih sempurna.

Wassalamu,alaikum wr. wb.

Indralaya, 5 Januari 2021

Penulis

## SUMMARY

### **SYNTHESIS OF SILVER NANOPARTICLES (AgNPs) USING STEM EXTRACTS OF KECAPI (*Sandoricum koetjape*) AND ACTIVITY TESTS ON BACTERIA *Escherichia coli* AND *Staphylococcus aureus***

Ade Gelby : Supervised by Dr. Eliza, M.Si and Widia Purwaningrum, M.Si

Chemistry department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University

xvii + 72 pages, 13 tables, 12 pictures, 9 attachments

Silver nanoparticles have been synthesized using the extract of stem kecap as the reducing agent. Determination of the optimum conditions was carried out at variations in the extract volume, temperature, and concentration of AgNO<sub>3</sub> using a UV-Vis spectrophotometer. The optimum conditions were obtained from variations in the extract volume, temperature, and AgNO<sub>3</sub> concentration, respectively 12 mL, 600 C, and 5 mM. Further characterization using FTIR and XRD was carried out on silver nanoparticles. The FTIR spectrum shows the presence of an oxidation process due to the reduction of silver ions as evidenced by the loss of the C-O functional group at 1031.61 cm<sup>-1</sup> to C=O at 1634.96 cm<sup>-1</sup>. XRD diffractogram data on silver nanoparticles with optimum conditions showed an angle value of 2θ at 38.18<sup>0</sup> (111), 44.47<sup>0</sup> (200), 64.58<sup>0</sup> (220), 77.51<sup>0</sup> (311) which is a typical 2θ angle of silver nanoparticles according to JCPDS data No. 04-0783 with a face-centered cubic (FCC) crystal structure. The particle size calculated from the Debye-Scherrer equation is 6.189 nm. Antibacterial activity test of silver nanoparticles from extract of stem kecap using the disc diffusion method showed that the antibacterial activity of silver nanoparticles in *Staphylococcus aureus* was stronger than in *Escherichia coli* bacteria.

Keywords : Silver Nanoparticle, Stem Kecapi , *Escherichia coli*,  
*Staphilococcus aureus*

Citations : 88 (1992-2019)

## RINGKASAN

### SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK (AgNPs) MENGGUNAKAN EKSTRAK KAYU KECAPI (*Sandoricum koetjape*) DAN UJI AKTIVITASNYA TERHADAP BAKTERI *Escherichia coli* DAN *Staphylococcus aureus*

Ade Gelby : dibimbing oleh Dr. Eliza, M.Si dan Widia Purwaningrum, M.Si

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas  
Sriwijaya

xi + 72 Halaman, 13 tabel, 12 gambar, 9 lampiran

Nanopartikel perak telah disintesis menggunakan ekstrak kayu batang kecap sebagai reduktornya. Penentuan kondisi optimum dilakukan pada variasi volume ekstrak, temperatur, dan konsentrasi  $\text{AgNO}_3$  dengan menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis. Kondisi optimum yang didapat dari variasi volume ekstrak, temperatur, dan konsentrasi  $\text{AgNO}_3$  masing-masing 12 mL,  $60^\circ\text{C}$ , dan 5 mM. Karakterisasi lebih lanjut menggunakan FTIR dan XRD dilakukan terhadap nanopartikel perak. Spektrum FTIR memperlihatkan adanya proses oksidasi akibat reduksi ion perak yang dibuktikan dengan hilangnya gugus fungsi C-O pada  $1031,61\text{ cm}^{-1}$  menjadi C=O pada  $1634,96\text{ cm}^{-1}$ . Data difraktogram XRD pada nanopartikel perak dengan kondisi optimum menunjukkan nilai sudut  $2\theta$  pada  $38,18^\circ$  (111),  $44,47^\circ$  (200),  $64,58^\circ$  (220),  $77,51^\circ$  (311) yang merupakan sudut  $2\theta$  khas dari nanopartikel perak sesuai dengan data JCPDS No.04-0783 dengan struktur kristal *face centered cubic* (FCC). Ukuran partikel dihitung dari persamaan Debye-Scherrer yaitu sebesar 6,189 nm. Uji aktivitas antibakteri nanopartikel perak dari ekstrak kayu batang kecap menggunakan metode difusi cakram menunjukkan aktivitas antibakteri nanopartikel perak pada bakteri *Escherichia coli* lebih kuat dibandingkan pada bakteri *Staphylococcus aureus*.

Kata Kunci : Nanopartikel Perak, Kayu batang Kecapi, *Escherichia coli*,  
*Staphylococcus aureus*

Kutipan : 88 (1992-2019)

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
SUMMARY .....	v
RINGKASAN .....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Nanopartikel Perak (AgNPs).....	5
2.2 Sintesis Nanopartikel Perak (AgNPs) .....	6
2.3 Deskripsi Tumbuhan Kecapi ( <i>Sandoricum koetjape</i> ).....	8
2.4 Manfaat Tumbuhan Kecapi ( <i>Sandoricum koetjape</i> ).....	10
2.5 Kandungan Kimia Tumbuhan Kecapi ( <i>Sandoricum koetjape</i> ) .....	10
2.6 Karakterisasi Nanopartikel Perak .....	14
2.6.1 Spektrofotometer UV-Vis.....	14
2.6.2 Spektrofotometer Fourier Transform Infra Red (FTIR) .....	15
2.6.3 X-Ray Diffraction (XRD).....	17
2.7 Resistensi Antibiotik .....	19
2.8 Tinjauan Umum Bakteri .....	19
2.8.1 <i>Escherichia coli</i> .....	19
2.8.2 <i>Staphylococcus aureus</i> .....	22
BAB III METODELOGI PENELITIAN .....	25
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	25
3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	25

3.2.1 Alat Penelitian.....	25
3.2.2 Bahan Penelitian .....	25
3.3 Prosedur Penelitian.....	26
3.3.1 Pengumpulan dan Preparasi Sampel.....	26
3.3.2 Preparasi Ekstraks Sampel.....	26
3.3.3 Pembuatan Larutan AgNO <sub>3</sub> (Eliza Dkk, 2018) .....	26
3.3.4 Uji Pendahuluan.....	26
3.3.5 Menentukan Kondisi Optimum Nanopartikel Perak .....	26
3.3.5.1 Variasi Volume Ekstrak Tumbuhan kecapi (Meva et al., 2016)....	26
3.3.5.2 Variasi Temperatur (Veerasamy et.al, 2011) .....	27
3.3.5.3 Variasi Konsentrasi larutan AgNO <sub>3</sub> (Veerasamy et.al, 2011) .....	27
3.3.6 Karakterisasi Nanopartikel Perak .....	27
3.3.6.1 Spektrofotometer UV-Vis (Maheswari et al., 2012).....	27
3.3.6.2 Fourier Transform Infrared (FTIR) (Veerasamy et.al, 2011) .....	27
3.3.6.3 X-Ray Diffraction (XRD) (Chook et al, 2012). .....	28
3.3.7 Preparasi Uji Antibakteri .....	28
3.3.7.1 Sterilisasi Alat dan Bahan .....	28
3.3.7.2 Pembuatan Medium Agar Miring NA (Nutrient Agar).....	28
3.3.7.3 Pembuatan Medium Nutrient Broth (NB).....	28
3.3.7.4 Inokulasi Bakteri .....	28
3.4 Analisa Data.....	29
3.4.1 Sintesis nanopartikel perak .....	29
3.4.2 Penentuan kondisi optimum dan Karakterisasi nanopartikel perak	29
3.4.3 Uji Anti Bakteri.....	30
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>32</b>
4.1 Sintesis Nanopartikel perak.....	32
4.2 Optimasi Pembuatan Nanopartikel Perak Melalui Variasi Volume Ekstrak, Temperatur, dan Konsentrasi AgNO <sub>3</sub> .....	34
4.2.1 Optimasi melalui variasi Volume Ekstrak.....	34
4.2.2 Optimasi melalui variasi temperatur.....	36
4.2.3 Optimasi melalui Variasi konsentrasi AgNO <sub>3</sub> .....	37
4.3 Karakterisasi Nanopartikel perak (AgNPs) .....	39

4.3.1 FTIR.....	39
4.3.2 XRD.....	42
4.4 Pengujian aktivitas antibakteri .....	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	48
5.1 Kesimpulan.....	48
5.2 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA .....	49
LAMPIRAN.....	58

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Mekanisme reaksi reduksi dari ion perak menjadi partikel-nano perak oleh molekul bioaktif yaitu pinitol (Masakke dkk, 2015).....	7
Gambar 2. Tumbuhan kecap (Heliawati, 2019).....	9
Gambar 3. Perubahan warna larutan nanopartikel perak dari ekstrak kayu batang kecap dari 0 jam sampai 5 hari.....	32
Gambar 4. Spektrum UV-Vis ekstrak kayu batang kecap, AgNPs 0, 1, 2, 3 jam, 2 hari dan 5 hari.....	33
Gambar 5. Spektrum UV-Vis nanopartikel perak variasi volume ekstrak kayu batang kecap pada pengukuran 5 hari. ....	35
Gambar 6. Spektrum UV-Vis nanopartikel perak variasi temperatur pada pengukuran 5 hari.....	36
Gambar 7. Spektrum UV-Vis nanopartikel perak variasi konsentrasi AgNO <sub>3</sub> pada pengukuran 5 hari. ....	38
Gambar 8. Spektrum FT-IR : (a) Ekstrak kayu batang kecap (b) AgNPs hasil sintesis dari ekstrak kayu batang kecap dengan kondisi optimu..	40
Gambar 9. Mekanisme pembentukan Ag <sup>0</sup> oleh polifenol .....	42
Gambar 10. Spektrum XRD nanopartikel perak hasil reduksi dari ekstrak kayu batang kecap pada kondisi optimum.....	43
Gambar 11. Aktivitas antibakteri pada bakteri <i>Escherichia coli</i> pada (a)pengulangan satu (b)pengulangan kedua.....	45
Gambar 12. Aktivitas antibakteri pada bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> pada (a)pengulang satu (b)pengulangan kedua.....	46

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Daftar bilangan gelombang dari berbagai jenis ikatan (Dachriyanus, 2004). .....	16
Tabel 2. Daftar struktur kristal .....	30
Tabel 3. Daftar kemampuan antibakteri ( Linggah dkk, 2015). .....	31
Tabel 4. Nilai absorbansi dan panjang gelombang maksimum ekstrak kayu batang kecap, AgNPs 0,1,2,3 jam, 2 hari dan 5 hari.....	33
Tabel 5. Nilai absorbansi dan panjang gelombang maksimum nanopartikel perak variasi volume ekstrak kayu batang kecap pada pengukuran 5 hari. ....	35
Tabel 6. Nilai absorbansi dan panjang gelombang maksimum nanopartikel perak variasi temperatur pada pengeukuran 5 hari. ....	36
Tabel 7. Nilai absorbansi dan panjang gelombang maksimum nanopartikel perak variasi konsentrasi AgNO <sub>3</sub> pada pengukuran 5 hari. ....	38
Tabel 8. Hasil analisa gugus fungsi ekstrak kayu batang kecap dan AgNPs hasil sintesis dari ekstrak kayu batang kecap dengan kondisi optimum ...	41
Tabel 9. Perbandingan sudut difraksi 2 $\theta$ nanopartikel perak dari ekstrak kayu batang kecap dengan database JCPDS No. 04-0783. ....	43
Tabel 10. Data ukuran kristal nanopartikel perak kayu batang kecapi .....	44
Tabel 11. Data analisis difraktogram nanopartikel perak kayu batang kecapi kondisi optimum .....	44
Tabel 12. Hasil pengukuran diameter zona hambat AgNPs pada bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Escherichia coli</i> .....	46
Tabel 13. Kemampuan antibakteri nanopartikel perak ekstrak kayu batang kecap terhadap bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Escherichia coli</i> .....	47



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Alir Prosedur Penelitian.....	59
Lampiran 2. Data Pembentukan Nanopartikel Perak dari Reduksi Ekstrak Kayu Batang Kecapi Diukur dengan Spektrofotometer UV-Vis. ....	60
Lampiran 3. Spektra FT-IR Ekstrak Kayu batang Kecapi .....	62
Lampiran 4. Spektra FT-IR Nanopartikel Perak dari Reduksi Ekstrak Kayu Batang Kecapi.....	63
Lampiran 5. Difraktogram XRD Nanopartikel Perak dari Reduksi Ekstrak ...	64
Lampiran 6. Data JCPDS Ag .....	65
Lampiran 7. Data Perhitungan Ukuran Kristal Nanopartikel Perak dari .....	66
Lampiran 8. Data Hasil Uji Antibakteri Nanopartikel Perak dari Ekstrak Kayu Batang Kecapi dengan Metoda Cakram .....	68
Lampiran 9. Dokumentasi Penelitian.....	69

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Nanopartikel didefinisikan sebagai partikel dengan ukuran yang kurang dari 100 nm dimana menempatkan mereka dalam ukuran yang sama dengan partikel terbawa udara (*ultrafine*) (Dubchak *et al*, 2010 dan Christian *et al*, 2008). Sintesis nanopartikel dilakukan pada banyak logam, namun perak yang paling banyak digunakan karena dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang pengetahuan dan teknologi (Lembang dkk, 2014). Menurut Tolaymat *et al* (2010) dengan dibuatnya perak dalam bentuk nanopartikel dapat meningkatkan aktivitas fisokimia dan sifat biologis dari perak.

Nanopartikel perak dapat disintesis dengan berbagai pendekatan seperti *top to bottom* dan *bottom to top*. Sintesis dengan *top to bottom* menggunakan metode kimia dengan cara merakit sendiri atom ke inti atom yang baru menjadi nano. *Bottom to top* menggunakan metode fisika dimana bahan curah yang sesuai dipecah menjadi partikel halus dengan berbagai teknik litograf misalnya penggilingan, sputtering, dan ablasi termal atau laser (Ahmed *et al*, 2016). Bahan kimia yang digunakan pada sintesis dengan *top to bottom* dapat berpengaruh terhadap lingkungan dan memerlukan biaya yang tinggi, karena itu banyak peneliti mengembangkan metode alternatif berbasis tumbuhan sebagai reduktor yang lebih ramah terhadap lingkungan (Singh *et al*, 2012).

Sintesis nanopartikel perak menggunakan tumbuhan lebih menguntungkan daripada metode kimia dan fisika karena tidak menggunakan energi, tekanan, suhu yang tinggi dan bahan kimia yang berbahaya, serta tumbuhan mempunyai *capping agent* sendiri yang berfungsi sebagai zat penstabil nanopartikel perak yang terbentuk (Sharma *et al*, 2013). Tumbuhan sebagai reduktor untuk sintesis nanopartikel perak telah banyak digunakan diantaranya bagian daun pada tumbuhan belimbing wuluh (*Averhoa Bilimbi L*), menunjukkan bahwa daun belimbing wuluh dapat mereduksi perak dengan stabil dan dapat menghambat bakteri baik bakteri *Bacillus subtilis* tetapi kurang dalam menghambat bakteri *Escherichia coli* (Prasetiowati dkk, 2018). Bagian buah pada tanaman jambu biji merah dapat mereduksi perak menjadi nanopartikel dan terbukti efisien

menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* (Fatihin, 2016). Nanopartikel perak yang terbentuk dari tumbuhan-tumbuhan lain telah banyak dilaporkan, bagian kulit tumbuhan kecap telah digunakan sebagai reduktor pembuatan nanopartikel perak yang memperlihatkan terbentuknya nanopartikel perak yang stabil dan dapat digunakan sebagai antifungi (Eliza dkk, 2018). Namun untuk nanopartikel perak yang terbentuk dari kayu batang tumbuhan kecap belum pernah dilaporkan.

batang tumbuhan kecap dapat digunakan sebagai reduktor dikarenakan banyaknya kandungan senyawa berupa triterpenoid, saponin, flavonoid, dan polifenol yang banyak memiliki gugus fungsi berupa hidroksi (-OH) yang berpotensi dalam pembuatan nanopartikel perak (Bayani, 2016), serta efisien, ramah lingkungan, dan memiliki reaksi yang cepat dalam pembuatan nanopartikel perak (Lestari, 2019). Menurut Heliawati *et al* (2019), Ismail *et al* (2003), Aisha *et al* (2009), dan Toobpeng *et al* (2017) Kandungan dari buah, biji, kulit batang, batang, dan daun dari tumbuhan kecap banyak mengandung triterpenoid dan limonoid. Menurut Bayani (2016) dan Atmoko dan Ma'ruf (2009) pada buah dan daun juga terdapat senyawa fenolik dan alkaloid. Terdapat juga terpenoid pada buah (Nassar *et al*, 2011), dan menurut Erawaty dkk (2016), Yanti (2019), dan Bayani (2016) daun dan akar kecap juga banyak mengandung flavonoid, saponin, polifenol, tanin, dan steroid.

Berdasarkan studi literatur, pada tumbuhan kecap terdapat banyak kandungan senyawa yang berpotensi sebagai reduktor dalam pembuatan nanopartikel perak. Maka pada penelitian ini akan digunakan ekstrak dari kayu batang kecap sebagai reduktor dalam pembuatan AgNPs yang akan diaplikasikan sebagai antibakteri gram positif *Staphylococcus aureus* dan gram negatif *Escherichia coli* dan menguji aktivitasnya. Bentuk dan ukuran nanopartikel perak sangat penting dalam penentuan sifat antibakterinya (Ariyanta, 2014). Lanjut Ariyanta (2014) ukuran nanopartikel dapat dipengaruhi oleh temperatur, konsentrasi AgNO<sub>3</sub>, volume ekstrak, dan waktu reaksi. Sintesis nanopartikel perak telah banyak diteliti sebelumnya dengan memvariasikan berbagai macam kondisi dan variasi guna memperoleh lebih banyak pengetahuan dan pemahaman yang

baik dalam mengontrol pembentukan nanopartikel sesuai yang diinginkan (Bakar *et al*, 2007).

### 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang mendasari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah ekstrak dari kayu batang kecap dapat mereduksi  $Ag^+$  menjadi nanopartikel perak ?
2. Bagaimana kondisi optimum dalam sintesis nanopartikel perak dari ekstrak kayu batang kecap ?
3. Bagaimana karakteristik dari nanopartikel perak yang berhasil disintesis ?
4. Bagaimana aktivitas antibakteri dari nanopartikel perak yang disintesis dari ekstrak kayu batang kecap terhadap gram negatif *Escherichia coli* dan bakteri gram positif *Staphylococcus aureus* ?

### 1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui apakah ekstrak kayu batang kecap dapat mereduksi  $Ag^+$  menjadi nanopartikel perak.
2. Menentukan kondisi optimum dari pembuatan nanopartikel perak dari ekstrak kayu batang kecap dengan cara memvariasikan volume ekstrak, konsentrasi  $AgNO_3$  dan temperatur.
3. Mengkarakterisasi nanopartikel perak yang dihasilkan pada kondisi optimum menggunakan alat berupa UV-VIS, XRD dan FTIR.
4. Menguji sifat antibakteri yang disintesis pada kondisi optimum terhadap gram negatif *Escherichia coli* dan bakteri gram positif *Staphylococcus aureus*

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Setelah dilakukan penelitian ini diharapkan dapat menambah informasi tentang pembuatan nanopartikel perak dan kondisi optimum pembuatan nanopartikel perak dari tumbuhan kecap. Diharapkan dapat menjadi referensi dalam pembuatan nanopartikel perak dari tumbuhan Kecapi sebagai antibakteri dari terhadap bakteri gram positif *Staphylococcus aureus* dan gram negatif *Escherichia coli* yang aman, murah dan ramah lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agrawal, P. N., and Kulkarni, N. S. 2017. Biosynthesis and Characterization of Silver Nanoparticles. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. Vol 6(4): 938-947.
- 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*. Vol 7: 17-28.
- Aisha, A. F. A., Sahib, H. B., Abu-Salah, K. M., Darwis, Y., and Majid, A. M. S. A. 2009. Cytotoxic and Anti-Angiogenic Properties of A Steam Bark Extract of *Sandoricum koetjape*. *International Journal of Cancer Research*. Vol 5(3): 105-114.
- Aprilianti, P., dan Putri, W. U. 2009. Studi Sifat Fisik Bui Kecapi (*Sandoricum koetjape* Burm. f. Merr) dan Penyimpanannya Dalam Suhu Kamar. *Buletin Kebun Raya Indonesia*. Vol 12(2): 61-68.
- Ariyanta, H. A. 2014. Preparasi Nanopartikel Perak Dengan Metode Reduksi Dan Aplikasinya Sebagai Antibakteri Penyebab Luka Infeksi. *Jurnal MKMI*. 36-42.
- Atmoko, T., dan Ma'ruf, A. 2009. Uji Toksisitas dan Skrining Fitokimia Ekstrak Tumbuhan Sumber Pakan Orangutan Terhadap Larva *Artemia salina* L. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konversi Alam*. Vol 6(1): 37-45.
- Bakar, N. H. H. A., Ismail, J., and Bakar, M. A. 2007. Synthesis and Characterization of Silver Nanoparticles in Natural Rubber. *Materials Chemistry and Physics*. Vol 104: 276-283.
- Bayani, F. 2016. Uji Aktivitas Antioksidan dari Ekstrak Buah Sentul (*Sandoricum koetjape* Merr.). *Jurnal Pengkajian Ilmu dan Pembelajaran Matematika dan IPA IKIP Mataram*. Vol 4(2): 47-54.
- Bumi, M. B., Heliawaty, L., Hermawati, E., and Syah, Y. M. 2019. Four Limonoids From The Seeds Extract of *Sandoricum koetjape*. *Journal of Natural Medicines*.
- Bunaciu, A. A., Udriștioiu, E. G., and Alboul-enein, H.Y. 2015. **X-Ray Diffraction: Instrumentation and Application**. *Journal Critical Reviews in Analytical Chemistry*. 45(4): 289-299.
- Cappuccino, J. G and Sherman, N. 2001. *Microbiology A Laboratory Manual Sixth Edition*. Benjamin Cummings. San Fransisco.

- Chook, S. W., Chia, C. H., Zakaria, S., Ayob, M. K., Chee, K. L., Huang, N. M., Neoh, H. M., Lim, H. N., Jamal, R., and Rahman, M. F. R. A. 2012. Antibacterial Performance of Ag Nanoparticles and AgGO Nanocomposite Prepared Via Rapid Microwave-assisted Synthesis Method. *Nanoscale Research Letters*.7:541.
- Chakraborty, D. S. 2016. Instrumentation of Ftir and Its Herbal Applications. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. Vol 5(3): 498-505.
- Christian, P., Kammer, F. V. D., Baalousha, M., and Hofmann, T. 2008. Nanoparticles: structure, properties, preparation and behaviour in environmental media. *Ecotoxicology*. 1-19.
- Chung, I. M., Park, I., Seung-Hyun, K., Thiruvengadam, M., and Rajakumar, G. 2016. Plant-Mediated Synthesis of Silver Nanoparticles: Their Characteristic Properties and Therapeutic Applications. *Nanoscale Research Letters*. Vol 11(40): 1-14.
- Dachriyanus. 2004. *Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi*. LPTIK Universitas Andalas: Padang.
- Das, R., Nath, S. S., Chakdar, D., Gope, G., and Bhattacharjee, R. 2010. Synthesis of Silver Nanoparticles and Their Optical Properties. *Journal of Experimental Nanoscience*. Vol 5(4): 357-362.
- Dewi, A. K. 2013. Isolasi, Identifikasi dan Uji Sensitivitas *Staphylococcus aureus* terhadap *Amoxicillin* dari Sampel Susu Kambing Peranakan Ettawa (PE) Penderita Mastitis Di Wilayah Girimulyo, Kulonprogo, Yogyakarta. *Jurnal Sain Veteriner*. Vol 31(2): 138-150.
- Dubchak, S., Ogar, A., Mietelski, J. W., and Turnau, K. 2010. Influence of silver and titanium nanoparticles on arbuscular mycorrhiza colonization and accumulation of radiocaesium in *Helianthus annuus*. *Spanish Journal of Agricultural Research*. Vol 8(1): 103-108.
- Dwandaru, W. S. B. 2012. *Aplikasi Nanosains Dalam Berbagai Bidang Kehidupan : Nanoteknologi*. Artikel Seminar Regional Nanoteknologi. Yogyakarta.
- Dwijoseputro, D. 1994. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Djambatan: Malang.
- El-Nour, K. M. M. A., Eftaiha, A., Al-Warthan, A., and Ammar, R. A. A. 2010. Synthesis and Applications of Silver Nanoparticles. *Arabian Journal of Chemistry*. Vol 3: 135-140.

- Eliza, Ferlinahayati, Mara. A., dan Purwaningrum. W. 2018. Biosintesis Senyawa Antifungi Nanopartikel perak (AgNPs) Menggunakan Ekstrak Tumbuhan Kecapi (*Sandoricum koetjape*) Untuk Mengatasi Penyakit Antaroksa Pada Tanaman Mangga (*Mangifera indica*). *Laporan Penelitian Kompetitif*. Universitas Sriwijaya.
- Elijah, O., Onwuchekwa, E. C., and Ekeleme, U. G. 2016. Phytochemical Constituents and Antimicrobial Activity of *Sandoricum Koetjape* Leaf and Seed Extracts on Clinical Isolates from Patients. *Unique Research Journal of Medicine and Medical Sciences*. Vol 4(6): 069-076.
- Erawaty, D., Fridayanti, A., dan Rijai, L. 2016. Identifikasi kandungan senyawa metabolit sekunder dan uji bioaktivitas terhadap larva udang (*artemia salina* leach.) Ekstrak daun kecapi (*sandoricum koetjape merr.*). *Jurnal Sains dan Kesehatan* . Vol 1(6): 290-298.
- Fatihin, S., Harjono, dan Kusuma, B. W. 2016. Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Buah Jambu Biji Merah (*Psidium guajava* L.). *Indonesian Journal of Chemical Science*. Vol 5(3): 174-177.
- Fatimah, I. 2017. Synthesis of Metal and Metal Oxide Nanoparticles Using Plant Extract: a Review. *Jurnal Imu-Ilmu MIPA*. 66-85.
- Gavhane, A., Padmanabhan, P., Kamble, S. P., and Jangle, S. N. 2012. Synthesis of Nanoparticles Using Extract of Neem Leaf and Triphala and Evaluation of Their Antimicrobial Activities. 3(3): 88-100.
- Granbohm, H., Larismaa, J., Ali, S., Johansson, L., and Hannula, S. 2018. Control of The Size of Silver Nanoparticles and Release of Silver in Heat Treated SiO<sup>2</sup>-Ag Composite Powders. *Materials*. 11(80):1-17.
- Gurunathan, S., Han, J. W., Kwon, D. N., and Kim, J. H. 2014. Enhanced antibacterial and anti-biofilm activities of silver nanoparticles against Gram-negative and Gram-positive bacteria. *Nanoscale Research Letters*. Vol 9(373): 1-17.
- Guzmán, M. G., Dille, J., and Godet, S. 2008. Synthesis of Silver Nanoparticles by Chemical Reduction Method and their Antibacterial Activity. *International Journal of Materials and Metallurgical Engineering*. Vol2(7): 91-98.
- Handayani, W., Bakir, I. & Purbaningsih S. (2010). Potensi ekstrak beberapa jenis tumbuhan sebagai agen pereduksi untuk biosintesis nanopartikel perak. *Seminar Nasional Biologi Universitas Gadjah Mada*. Yogyakarta.
- Handoko, C. T., Huda, A., Bustan, M. D., Yudono, B., and Gulo, F. 2017. Green Synthesis of Silver Nanoparticle and Its Antibacterial Activity. *Rasayan Journal Chemistry*. Vol 10(4): 1137-1144.



- Heliawati, L., Syah, Y. M., Bumi, M. B. 2019. Bryononic Acid: Antibacterial Compound from Fruit Hulls of *S. koetjape* Merr Extract. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences*. Vol 12(1): 14-18.
- Hwan, K. S., Hyeung, S. L., Deok, S. R., Soo, J. C and Dong, L. 2011. Antibacterial Activity of Silver Nanoparticles Agrerasi *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Korean Journal Microbiol Biotechmol*. 39(1): 77-85.
- Irwan, Zakir, M., dan Budi, P. 2016. Pengaruh Konsentrasi AgNO<sub>3</sub> dan Suhu Sintesis terhadap *Surface Plasmon Resonance* (SPR) Nanopartikel Perak. *Indonesian Journal of Chemistry*. Vol 4(1): 356-361.
- Ismail, I.S., Ito, H., Mukainaka, T., Higashihara, H., Enjo, F., Tokuda, H., Nishino, H., and Yoshida, T. 2003. Ichthyotoxic and Anticarcinogenic Effects of Triterpenoids from *Sandoricum koetjape* Bark. *Journal Biological and Pharmaceutical Bulletin*. Vol 26(9): 1351-1353.
- Ismail, I.S., Ito, H., Hatano, T., Taniguchi, S., and Yoshida, T. 2004. Two New Analogues of Trijugin-Type Limonoids from the Leaves of *Sandoricum koetjape*. *Chemical & Pharmaceutical Bulletin*. 52(9): 1145-1147.
- Jiang, X. C., Chen, W. M., Xiong, S. X., and Yu, A. B. 2011. Role of Temperature in The Growth of Silver Nanoparticles Through a Synergetic Reduction Approach. *Nanoscale Research Letters*. 6(32): 1-9.
- Kaneda, N., Pezzuto, J. M., Kinghorn, A. D., and Farnsworth, N. R. 1992. Plant Anticancer Agents, L. Cytotoxic Triterpenes from *Sandoricum koetjape* Stems. *Journal of Natural Products*. Vol 55: 654-659.
- Karimela, E. J., Ijong, F. G., and Dien, H. A. 2017. Karakteristik *Staphylococcus aureus* Yang Di Isolasi Dari Ikan Asap Pinekuhe Hasil Olahan Tradisional Kabupaten Sangihe. *Jurnal Pengelolaan Hasil Perikanan Indonesia*. Vol 20(1): 188-198.
- Kartika, R., 2016. Pengaruh Pemberian Ekstrak Etanol Daun Kecapi (*Sandoricum koetjape* (Burm.f.) Merr.) Terhadap Penurunan Kadar Kolesterol Total pada Mencit Jantan (*Mus musculus*). *Jurnal Kimia Mulawarman*. Vol 13(2): 61-67.
- Lembang, M. S., dan Zakir, M. 2014. Sintesis Nanopartikel Emas Dengan Metode Reduksi Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Ketapang (*Terminalia catappa*). *Artikel Kimia Fmipa Universitas Hasanuddin*. 1-10.

- Lestari, G. A. D., Suprihatin, I. K., dan Sibarani, J. 2019. Sintesis Nanopartikel Perak (NPAg) Menggunakan Ekstrak Air Buah Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium DC.*) dan Aplikasinya pada Fotodegradasi *Indogol Blue*. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*. 22(5): 200-205.
- Lim, T. K. 2011. *Edible Medicinal and Non Medicinal Plants Volume 3 Fruits*. New York: Springer.
- Linggah, A. R., Pato, U., dan Rossi, E. 2015. Uji Antibakteri Ekstrak batang Kecombrang (*Nicolaia speciosa* Horan) Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Online Mahasiswa Faperta*. 2(2).
- Masakke, Y., Sulfikar dan Rasyid, M. 2015. Biosintesis Partikel-nano Perak Menggunakan Ekstrak Metanol Daun Manggis (*Garcinia mangostana L.*). *Jurnal Sainsmat*. Vol 4(1): 28-41.
- Maheswari, R. U., Prabha, A. L., Nandagopalan, V., and Anburaja, V. 2012. Green Synthesis of Silver Nanoparticles by Using Rhizome Extract of *Dioscorea oppositifolia L.* and their anti microbial activity against Human pathogens. *Journal of Pharmacy and Biological Sciences*. 1(2): 38-42.
- Meva, F. E., Marcelle, L. S., Cecile, O. E., Agnes, A. N., Djiopang, Y. S., Fanny, A. E. M., Lidwine, N., Harouna, M., and Emmanuel, M. M. 2016. Unexplored Vegetal Green Synthesis of Silver Nanoparticles: A Preliminary Study With *Corchorus Oloratus L* and *Ipomea Batatas (L)* Lam. *African Journal of Biotechnology*. 15(10): 3341-349.
- Nagakura, Y., Nugroho, A. E., Hirasawa, Y., Hosoya, T., Rahman, A., Kusumawati, I., Zaini, N. C., and Morita, H. 2013. Sanjcumins A and B: New Limonoids From *Sandoricum koetjape*. *The Journal of Natural Medicines*. 67(2): 381-385.
- Nassar, Z. D., Aisha, A., Majid, A. A. 2011. The Pharmacological Properties Of Terpenoids From *Sandoricum Koetjape* . *WebmedCentral Complementary Medicine*. Vol 1(12): 1-11.
- Noviana, H. 2004. Pola Kepekaan Antibiotika *Escherichia coli* yang Diisolasi dari Berbagai Spesimen Klinis. *Jurnal kedokter trisakti*. Vol 23(4): 122-126.
- Nurmala, Virgiandhy, I. G. N., Andriani, and Liana, D. F. 2015. Resistensi dan Sensitivitas Bakteri terhadap Antibiotik di RSUD dr. Soedarso Pontianak Tahun 2011-2013. *Elektronik Jurnal Kedokteran Indonesia*. Vol 3(1): 21-28.
- Prasetiowati, A. L., Prasetya, A. T., dan Wardani, S. 2018. Sintesis Nanopartikel Perak dengan Bioreduktor Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi L.*) sebagai Antibakteri. *Indonesian Journal of Chemical Science*. Vol 7(2): 160-169.

- Purnamasari, M. D., Harjono, dan Wijayanti, N. 2016. Sintesis Antibakteri Nanopartikel Perak Menggunakan Bioreduktor Ekstrak daun Sirih dengan Irradiasi Microwave. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 5(2): 152-158.
- Purnamaningsih, N., Kalor, H., dan Atun, S. 2017. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) Terhadap Bakteri *Escherichia coli* Atcc 11229 dan *Staphylococcus aureus* Atcc 25923. *Jurnal Penelitian Sainstek*. 22(2): 140-147.
- Pratiwi, R. H. 2017. Mekanisme Pertahanan Bakteri Patogen Terhadap Antibiotik. *Jurnal Pro-Life*. Vol 4(3): 418-429.
- Qing, Y., Cheng, L., Li, R., Liu, G., Zhang, Y., Tang, X., Wang, J., Liu, H., and Qin, Y. 2018. Potetial Antibacterial Mecanism of Silver Nanoparticles and The Optimazation of Orthopedic Implant by Advanced Modification Technologies. *International Journal of Nanomedicine*. 13: 3311-3327.
- Rahmawati, N., Sudjarwo, E., dan Widodo, E. 2012. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Herbal Terhadap Bakteri *Escherichia coli*. *Jurnal Ilmu-ilmu Peternakan*. 24(3): 24-31.
- Rahmi, Y., Darmawi, Abrar, M., Jamin, F., Fachrurrazi, dan Fahrimal, Y. 2015. Identifikasi Bakteri *Staphylococcus aureus* Pada Preputium dan Vagina Kuda (*Equus caballus*). *Jurnal Medika Veterinaria*. Vol 9(2): 154-158.
- Rasadah, M. A., Khozirah, S., Aznie, A. A., and Nik, M. M. 2004. Anti-Inflammatory Agents From *Sandoricum koetjape* Merr. *Phytomedicine*. Vol 11: 261-263.
- Safaepour, M., Shahverdi, A. R., Shahverdi, H. R., Khorramizadeh, M. R., and Gohari, A. R. 2009. Green Synthesis of Small Silver Nanoparticles Using Geraniol and Its Cytotoxicity against Fibrosarcoma-Wehi 164. *Avicenna Journal of Medical Biotechnology*. Vol 1(2): 111-115.
- Sari, P. I., Firdaus, M. L., Elvia, R. 2017. Pembuatan Nanopartikel Perak (NPP) Dengan Bioreduktor Ekstrak Buah *Muntingia calabura L* Untuk Analisis Logam Merkuri. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*. 1(1): 20-26.
- Shameli, K., Ahmad, M. B., Jazayeri, S. D., Sedaghat, S., Shabanzadeh, P., Jahangirian, H., Mahdavi, M., and Abdollahi, Y. 2012. Synthesis and Characterization of Polyethylene Glycol Mediated Silver Nanoparticles by the Green Method. *International Journal of Molecular Sciences*. Vol 13: 6639-6650.

- Sharma, R., Bisen, D. P., Shukla, U., and Sharma, B. G. 2012. X-Ray Diffraction: A Powerful Method of Characterizing Nanomaterials. Vol 4(8): 77-79.
- Sharma, S., Kumar, S., Bulchandini, B. D., Taneja, S., and Banyal, S. 2013. Green Synthesis of Silver Nanoparticles and Their Antimicrobial Activity against Gram Positive and Gram Negative Bacteria. *International Journal of Biotechnology and Bioengineering Research*. Vol 4(4): 341-346.
- Sharma, V. K., Yngard, R. A., Lin, Y. 2009. Silver Nanoparticles: Green Synthesis and Their Antimicrobial Activities. *Journal Advances in Colloid and Interface Science*. Vol 145: 83-96.
- Singh, C., Baboota, R. K., Naik, P. K., and Singh, H. 2012. Biocompatible synthesis of silver and gold nanoparticles using leaf extract of *Dalbergia sissoo*. *Research Article Advanced Materials Letters*. Vol 3(4): 279-285.
- Sjahfirdi, L., Aldi, N., Maheshwari, H., dan Astuti, P. 2015. Aplikasi *Fourier Transform Infrared* (Ftir) Dan Pengamatan Pembengkakan Genital Pada Spesies Primata, Lutung Jawa (*Trachypithecus Auratus*) Untuk Mendeteksi Masa Subur. Vol 9(2): 156-160.
- Smitha, S. L., Nissamudeen, K. M., Philip, D., and Gopchandran, K. G. 2008. Studies on Surface Plasmon Resonance and Photoluminescence of Silver Nanoparticles. *Spectrochimica Acta Part A*. Vol 71(1): 186-190.
- Soetisna, U., Priadi, D., Hartati, S., And Sudarmonowati, E. 2005. Storage and the Use of Peroxydase Enzyme to Detect Germination Capability of *Sandoricum koetjape* Merr. Seeds- A Neglected Tropical Fruit Species. *Biodiversitas*. Vol 6(1): 1-5.
- Suhartati, T. 2017. *Dasar-Dasar Spektrofotometri Uv-Vis dan Spektrometri Massa Untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik*. AURA: Bandar Lampung.
- Sumampouw, O. J. 2018. Uji Sensitivitas Antibiotik Terhadap Bakteri *Escherichia coli* Penyebab Diare Balita Di Kota Manado. *Jornal of Current Pharmaceutical Science*. Vol 2(1): 104-110.
- Sutiknowati, L. I. 2016. Bioindikator Pencemar, Bakteri *Escherichia coli*. *Jurnal Oseana*. Vol 41(4): 63-71.
- Suwarda, R., dan Maarif, M. S. 2013. Pengembangan Inovasi Teknologi Nanopartikel Berbasis Pat Untuk Menciptakan Produk yang Berdaya Saing. *Jurnal Teknik Industri*. 114-122.
- Swantara, I. M. D., dan Ciawi, Y. 2009. Identifikasi Senyawa Antibakteri Pada Daun Kecapi (*Sandoricum koetjape* (Burm.f.)). *Jurnal Kimia* .Vol 3(2): 61-68.

- Tanaka, T., Koyano, T., Kowithayakorn, T., Fujimoto, H., Okuyama, E., Hayashi, M., Komiyama, K., and Shibashi, M. 2001. New Multiflorane-Type Triterpenoid Acids from *Sandoricum indicum*. *Journal of Natural Products*. Vol 64: 1243-1245.
- Tripathy, A. Raichur, A. M., Chandrasekaran, N., Prathna, T. C., and Mukherjee, A. 2010. Process Variables in Biomimetic Synthesis of Silver Nanoparticles by Aqueous Extract of *Azadirachta indica* (Neem) Leaves. *Journal of Nanoparticle research*. 12(1): 237-246.
- Tolaymat, T. M., Badawy, A. M. E., Genaidy, A., Scheckel, K. G., Luxton, T. P., and Suidan, M. 2010. An Evidence-Based Environmental Perspective of Manufactured Silver Nanoparticle In Syntheses and Applications: A Systematic Review and Critical
- Toobpeng, N., Powthong, P., Suntornthiticharoen, P. 2017. Evaluation of Antioxidant and Antibacterial Activities of Fresh and Freeze-Dried Selected Fruit Juices. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*. Vol 10(9): 156-160
- Tripathy, A., Raichur, A. M., Chandrasekaran, N., Prathna T. C., Mukherjee, A., 2010. Process variables in biomimetic synthesis of silver nanoparticles by aqueous extract of *Azadirachta indica* (Neem) leaves. *Journal Nanoparticle Research*. Vol 12: 237-246.
- Utami, E. R. 2011. Antibiotika, Resistensi, dan Rasionalitas Terapi. *El-Hayah*. Vol 1(4): 191-198.
- Vanaja, M., Gnanajobitha, G., Paulkumar, K., Rajeshkumar, S., Malarkodi, C., and Annadurai, G. 2013. Phytosynthesis of Silver Nanoparticles by *Cissus quadrangularis*: Influence of Physicochemical Factors. *Journal of Nanostructure in Chemistry*. 3(17): 1-8.
- Veerasamy, R., Xin, T. Z., Gunasagaran, S., Xiang, T. F. W., Yang, E. F. C., Jeyakumar, N., and Dhanaraj. 2011. Biosynthesis of Silver Nanoparticles Using Mangosteen Leaf Extract and Evaluation of Their Antimicrobial Activities. *Journal of Saudi Chemical Society*. 15: 113-120.
- Wahyudi, T., Sugiyana, D., dan Helmy, Q. 2011. Sintesis Nanopartikel Perak Dan Uji Aktivitasnya Terhadap Bakteri *E. coli* dan *S. aureus*. *Arena Tekstil Volume*. Vol 26(1): 1-60.
- Warsinah, Kusumawati, E., dan Sunarto. 2011. Identifikasi Senyawa Antifungi Dari Kulit Batang Kecapi (*Sandoricum koetjape*) dan Aktivitasnya Terhadap *Candida albicans*. *Majalah Obat Tradisional*. Vol 16(3): 170-178.

- Yanti, A. R. 2019. Efek Ekstrak Air Daun Kecapi (*Sandoricum Koetjape* (Burm. F.) Merr.) terhadap Bakteri *Staphylococcus Aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Archives Pharmacia*. Vol 1(1): 9-13.
- Zikra, W., Amir, A., dan Putra A. E. 2018. Identifikasi Bakteri *Escherichia coli* (*E.Coli*) pada Air Minum di Rumah Makan dan Cafe di Kelurahan Jati serta Jati Baru Kota Padang. *Jurnal Kesehatan Andalas*. Vol 7(2): 212-216.