



Pharmaceutical Sciences & Research (PSR)

Search... in All

Home Announcements Submissions About Policies Browse Article FAQ Contact Register Indexing Publication Ethics

Username

Password

☐ Remember me

Login

Reset Password

P-ISSN: 2407-2354
E-ISSN: 2477-0612



Accredited by Director General of Higher Education, Ministry of Research, Technology and Higher Education,
Republic of Indonesia (No. 48a/E/KPT/2017). Accreditation Period: 2017-2022.

We have moved to our new website

Started in November 2019, the Pharmaceutical Sciences and Research has used the new submission system. Please kindly Register and submit your article to <https://scholarhub.ui.ac.id/psr>

Pharmaceutical Sciences and Research (PSR) is an official scientific journal managed by Faculty of Pharmacy Universitas Indonesia. PSR was first published in 2004 Under the name of Majalah Ilmu Kefarmasian (MIK). After being vacuum for 1 years, MIK was then reestablished under new editorial with new vision to become internationally accredited journal. Started in 2014, [Read More](#)

Submit Now

Author Guide

Download Brochure

Publication Ethics

Article Template

Focus & Scope

Editorial Board

Pharmaceutical Sciences and Research (PSR)

eISSN : 24770612 | pISSN : 24770612

[Health](#)

[Universitas Indonesia](#)



S2

Sinta Score



Indexed by GARUDA

24

H-Index

22

H5-Index

3653

Citations

2869

5 Year Citations



Penerbit:

Faculty of Pharmacy Universitas Indonesia

[!\[\]\(4729e517bc6a7cd81c8025b9646574fb_img.jpg\) Website](#) | [!\[\]\(90a2fb2f2c617b26262139ae4159c0a0_img.jpg\) Editor URL](#)

Address:

Fakultas Farmasi Universitas Indonesia Editorial Office: 3rd Floor, A Building, Rumpun Ilmu Kesehatan Kampus Baru UI
Depok, 16424, Indonesia
Depok

Email:

psr@farmasi.ui.ac.id

Phone:

+62-21-27608403

Last Updated :

2021-06-14

2018

2019

2020

2021

Search..

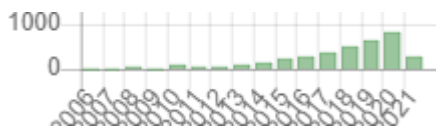


Page 1 of 28 | Total Records : 278

Publications	Citation
<u>Pengembangan Sediaan dengan Pelepasan Dimodifikasi Mengandung Furosemid sebagai Model Zat Aktif, Menggunakan Sistem Mukoadesif.</u> Sutriyo, H Rachmat, M Rosalina Majalah Ilmu Kefarmasian 5 (1), 1-8, 2008	707
<u>Pemanfaatan Obat Tradisional Dengan Pertimbangan Manfaat dan Keamanannya</u> LORK Sari Majalah Ilmu Kefarmasian 3 (1), 01-07, 2006	389
<u>Identifikasi Senyawa Antioksidan Dalam Spons Callyspongia sp dari Kepulauan Seribu</u> E Hanani, A Munim, R Sekarini Majalah Ilmu Kefarmasian 2 (3), 127-133, 2005	380
<u>Peranan Bioteknologi dan Mikroba Endofit dalam Pengembangan Obat Herbal</u> M Radji Majalah Ilmu Kefarmasian 2 (3), 2005	266
<u>Pengobatan Sendiri Sakit Kepala, Demam, Batuk dan Pilek pada Masyarakat di Desa Ciwalen, Kecamatan Warungkondang, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat</u> S Supardi, M Notosiswoyo Majalah Ilmu Kefarmasian 2 (3), 134-144, 2005	74
<u>Penetapan Kadar Fenolik dan Flavonoid Total Ekstrak Metanol Buah dan Daun Patikala (Etlingera elatior (Jack) R.M.SM).</u> AR Ahmad, Juwita, SAD Ratulangi, A Malik Pharmaceutical Sciences and Research (PSR) 2 (1), 1-10, 2015	60
<u>Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Bunga dan Daun Patikala (Etlingera elatior (Jack) R.M.Sm). Menggunakan Metode DPPH</u> V Handayani, AR Ahmad, M Sudir Pharmaceutical Sciences and Research (PSR) 1 (2), 86-93, 2014	52
<u>Kepuasan Pasien terhadap Pelayanan Resep di Apotek Kopkar Rumah Sakit Budhi Asih Jakarta</u> Harianto, N Khasanah, S Supardi Majalah Ilmu Kefarmasian 2 (1), 12-21, 2005	50
<u>Analisis Glimepirida Dalam Plasma Tikus</u> Y Harahap, U Mansur, T Sinandang Majalah Ilmu Kefarmasian 3 (1), 22-37, 2006	49

Page 1 of 28 | Total Records : 278

Citation Statistics



Copyright © 2017

Kementerian Riset dan Teknologi / Badan Riset dan Inovasi Nasional

(Ministry of Research and Technology / National Agency for Research and Innovation)

All Rights Reserved.

Editor in Chief

1. Rani Sauriasari, M.Sc., Ph.D., Apt., Faculty of Pharmacy, Universitas Indonesia

Editorial Board

1. Prof. Dr. Nico P.E Vermeulen, AIMMS Vrije University, Amsterdam, The Netherlands, Netherlands
2. Prof. Dr. Eiji Matsuura, Ph.D., Okayama University, Neutron Therapy Research Center Collaborative Research Center for OMIC & Department of Cell Chemistry, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry, and Pharmaceutical Sciences, Okayama University
3. Prof. Dato' Dr. Ibrahim Jantan, Faculty of Pharmacy Universiti Kebangsaan Malaysia
4. Dr Thakur R Raj Singh, School of Pharmacy Queen's University Belfast Medical Biology Centre, United Kingdom, United Kingdom
5. Dr Tommy Julianto Bustami, M.Sc., Apt., Faculty of Pharmacy, Universiti Teknologi MARA, Selangor, Malaysia
6. Assoc.Prof.Dr. Hamid Fauzi, M.PharmSci., Faculty of Pharmacy, Universiti Teknologi MARA, Malaysia
7. Prof. Dr. Amarila Malik, M.Si., Apt., Laboratory of Pharmaceutical Microbiology and Biotechnology, Faculty of Pharmacy, Universitas Indonesia, Indonesia
8. Prof. Berna Elya, M.Si., Apt., Laboratory of Phytochemistry and Pharmacognosy, Faculty of Pharmacy, Universitas Indonesia, Indonesia
9. Prof. Dr. Endang Hanani, M.Si., Apt., Faculty of Pharmacy, Universitas Indonesia
10. Prof. Maksum Radji, M.Biomed., Apt., Laboratory of Microbiology and Biotechnology, Faculty of Pharmacy, Universitas Indonesia, Indonesia
11. Prof. Dr. Sumali Wiryowidagdo, M.Si., Apt., Faculty of Pharmacy, 17 Agustus 1945 University, Jakarta, Indonesia
12. Prof. Usman Tambunan, M.Sc., Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Indonesia, Indonesia
13. Prof. Yehdiana Harahap, M.Si., Apt., Laboratory of Bioavailability and Bioequivalence, Faculty of Pharmacy, Universitas Indonesia, Indonesia
14. Prof. Dr Abdul Mun'im, M.Si., Apt., Laboratory of Natural Product Chemistry, Faculty of Pharmacy, Universitas Indonesia, Indonesia
15. Dr. Arry Yanuar, M.Si., Apt., Laboratory of Pharmaceutical-Medicinal Chemistry and Bioanalysis, Faculty of Pharmacy, Universitas Indonesia, Indonesia
16. Dr. Fadlina Chany Saputri, M.Si., Apt., Laboratory of Pharmacology, Faculty of Pharmacy, Universitas Indonesia, Indonesia
17. Dr. Herman Suryadi, M.S., Apt., Faculty of Pharmacy, Universitas Indonesia
18. Pharm. Dr. Joshita Djajadisastra, M.Si., Apt., Laboratory of Pharmaceutical Formulation Development, Faculty of Pharmacy, Universitas Indonesia, Indonesia
19. Dr. Mahdi Jufri, M.Si., Apt., Laboratory of Pharmaceutical Formulation Development, Faculty of Pharmacy, Universitas Indonesia, Indonesia
20. Dr. Retnosari Andrajati, M.Sc., Apt., Laboratory of Pharmacology, Faculty of Pharmacy, Universitas Indonesia
21. Kurnia Sari Setio Putri, M.Farm., Apt., Faculty of Pharmacy Universitas Indonesia. Department Pharmaceutical Technology and Biopharmacy, University of Groningen
22. Raditya Iswandana, M.Farm., Apt., Faculty of Pharmacy Universitas Indonesia. Department Pharmaceutical Technology and Biopharmacy, University of Groningen, Netherlands

Managing Editor

1. Ayun Arifianti, M.Farm., Apt., Faculty of Pharmacy, Universitas Indonesia, Indonesia
2. Andisyah Putri Sekar, S.Farm., Faculty of Pharmacy, Universitas Indonesia
3. Nuriza Ulul Azmi, M.Sc., Apt., Faculty of Pharmacy, Universitas Indonesia
4. Larasati Arrum Kusumawardani, M.Si., Apt., Faculty of Pharmacy, Universitas Indonesia
5. Arif Arrahman, M.Farm., Apt., Faculty of Science, Biomolecular Analysis and Spectroscopy AIMMS, Vrije University; Faculty of Pharmacy, Universitas Indonesia
6. Arikadia Noviani, M.Farm., Apt., Faculty of Pharmacy, Universitas Indonesia
7. Baitha Palangatan Maggadani, M.Farm., Apt., Faculty of Pharmacy, Universitas Indonesia, Indonesia
8. Rezi Riadhi Syahdi, M.Farm., Faculty of Pharmacy, Universitas Indonesia
9. Taufiq Indra Rukmana, M.Farm., Apt., Bio-Process Engineering Laboratory, NAIST, Japan; Faculty of Pharmacy, Universitas Indonesia
10. Tri Wahyuni, M.Biomed., Apt., Faculty of Pharmacy, Universitas Indonesia, Indonesia

Web administrator

1. Arif Arrahman, M.Farm., Apt., Faculty of Science, Biomolecular Analysis and Spectroscopy AIMMS, Vrije University; Faculty of Pharmacy, Universitas Indonesia
2. Rezi Riadhi Syahdi, M.Farm., Faculty of Pharmacy, Universitas Indonesia
3. Taufiq Indra Rukmana, M.Farm., Apt., Bio-Process Engineering Laboratory, NAIST, Japan; Faculty of Pharmacy, Universitas Indonesia

Karakter Fisik dan Aktivitas Antibakteri Nanopartikel Perak Hasil Green Synthesis Menggunakan Ekstrak Air Daun Sendok (*Plantago major* L.)

Komang Tri Aksari Dewi, Kartini Kartini, Johan Sukweenadhi, Christina Avanti
pages: 69-81

Genetic Polymorphism Cytochrome P450 2A6 Allele *4 and *9: Studi on Glycohemoglobine Level Among Javanese Indonesian Smokers

Christine Patramurti, Fenty Fenty
pages: 82-88

Optimization of PVA-Arabic Gum-Honey-based Electrospun Nanofibers as Candidate Carrier for Peptide and Protein Delivery

Ningsih Rezeki, Khairurrijal Khairurrijal, Silvia Surini
pages: 89-98

Optimasi Komposisi *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* pada Yogurt Terfortifikasi Buah Lakum (*Cayratia trifolia* (L.) Domin) sebagai Antibakteri terhadap *Escherichia coli*

Ika Ristia Rahman, Nurkhasanah Nurkhasanah, Ika Kumalasari
pages: 99-106

Antidiabetics activity of salam koja (*murraya koenigii*) leaves tea bag

Ari Widayanti, Yudi Snifiana, Kriana Efendi
pages: 107-110

Comparison of Antioxidant and Anti-collagenase Activity of Genistein and Epicatechin

Geeta Geeta, Wahyu Setia Widodo, Wahyu Widowati, Chrismis Novalinda Ginting, I Nyoman Ehrich Lister, Adek Armansyah, Ermi Girsang
pages: 111-117

Perbandingan Penggunaan Efavirenz dan Nevirapine Terhadap Kolesterol LDL Pasien HIV/AIDS

Yusi Anggriani, Evy Yuniastuti, Yulia Trisna, Ade Rosanti, Reise Manninda, Rifka Annisa
pages: 118-123

Preventive Effects of Alpha-Lipoic Acid on Lipopolysaccharide-Induced Endothelial Dysfunction in Rats

Fransiska Maria Christianty, Suharjono Suharjono, Imam Susilo, Junaidi Khotib
pages: 124-130

Karakter Fisik dan Aktivitas Antibakteri Nanopartikel Perak Hasil *Green Synthesis* Menggunakan Ekstrak Air Daun Sendok (*Plantago major* L.)

Physical Characteristics and Antibacterial Activity of Silver Nanoparticle from Green Synthesis Process using Aqueous Extract of Plantago major L.

Komang Tri Aksari Dewi¹, Kartini¹, Johan Sukweenadhi², Christina Avanti^{1*}

¹Fakultas Farmasi Universitas Surabaya, Surabaya, Indonesia

²Fakultas Teknobiologi Universitas Surabaya, Surabaya, Indonesia

ABSTRAK

Nanopartikel perak telah diteliti pemanfaatannya untuk terapi penyembuhan luka, dan ekstrak air daun sendok (*Plantago major* L.) juga diteliti aktivitasnya sebagai antibakteri dan penyembuhan luka. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nanopartikel perak (AgNPs) melalui jalur *green synthesis* menggunakan ekstrak air daun sendok (*Plantago major* L.). Tahap awal penelitian dilakukan dengan melakukan optimasi terhadap tiga konsentrasi ekstrak air Daun Sendok, yaitu 0,125%, 0,25% dan 0,5% dan tiga suhu sintesis yaitu 60°C, 70°C, dan 80°C. Terbentuknya AgNPs dikonfirmasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis yang menunjukkan puncak pada panjang gelombang 445 nm. Nanopartikel perak yang terbentuk dikarakterisasi dengan *Dynamic Light Scattering* (DLS Nano), *Scanning Electron Microscope* (SEM) dan *X-Ray Diffraction* (XRD). Aktivitas antibakteri AgNPs diuji terhadap tiga strain bakteri, yaitu *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan *Pseudomonas aeruginosa* ditentukan dengan metode difusi menggunakan *paper disc*. Hasil optimasi menunjukkan konsentrasi ekstrak tanaman 0,25% dengan suhu sintesis 70°C merupakan kombinasi optimum untuk menghasilkan AgNPs terbaik, dilihat dari parameter organoleptis berupa kilau perak yang dihasilkan, rendemen tertinggi dengan bobot 9,13 mg dan ukuran partikel terkecil yaitu 129,20 nm dengan nilai PDI (*Polydispersity Index*) 0,25. Morfologi AgNPs menunjukkan bentuk sferis dan kristalisasi AgNPs menunjukkan pola difraktogram yang serupa dengan standar perak. Hasil pengujian aktivitas antibakteri menunjukkan AgNPs memiliki aktivitas antibakteri yang lebih baik dari perak nitrat dan setara dengan antibiotik pembandingnya yaitu Gentamicin Sulfat untuk bakteri gram negatif dan kloramfenikol untuk gram positif.

Kata kunci: *green synthesis; nanopartikel perak; karakterisasi; aktivitas antibakteri; daun sendok; Plantago major L.*

ABSTRACT

Silver nanoparticles have been studied for its application in wound healing therapy, while aqueous extract of *Plantago major* L has been studied also for its antibacterial and wound healing activity. This study aimed to obtain silver nanoparticles (AgNPs) through a green synthesis pathway using aqueous extract of *Plantago major* L. The initial study was performed to optimize the three concentration points of *Plantago major* L. aqueous extract, namely 0.125%, 0.25% and 0.5% and three synthetic temperature points (60 °C, 70 °C, and 80 °C). The formation of AgNPs were confirmed using a UV-Vis spectrophotometer which shows a peak at a wavelength of 445 nm. The obtained silver nanoparticles were then characterized using *Dynamic Light Scattering* (DLS Nano), *Scanning Electron Microscope* (SEM) dan *X-Ray Diffraction* (XRD). The study showed that the extract concentration of 0.25% with an optimum temperature of 70 °C was the optimal combination to produce the best AgNPs, based on the organoleptic parameters (as the color of silver was produced), the highest yield with weight of 9.13 mg and particle size of 129.20 nm with Polydispersity Index (PDI) of 0.25. The morphology of AgNPs showed the *spherical* shape and the crystallization of AgNPs showed a diffractogram pattern similar to the silver standard using X-Ray Diffraction (XRD). Antibacterial activity of AgNPs was tested against three bacterial strains, namely *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, and *Pseudomonas aeruginosa* and was measured with diffusion method using *paper disc*. The antibacterial activity testing showed that AgNPs has better antibacterial activity than silver nitrate and is equivalent to its comparative antibiotics, gentamicin sulfate for gram-negative bacteria and Chloramphenicol for gram-positive bacteria.

Key words: *green synthesis; silver nanoparticles; characterization; antibacterial activity; Plantago major L.*

*corresponding author

Email: c_avanti@staff.ubaya.ac.id

PENDAHULUAN

Nanoteknologi merupakan ranah yang penting pada bidang penelitian modern. Pendekatan nanoteknologi berkaitan dengan desain, sintesis, dan manipulasi yang dilakukan untuk memperoleh struktur partikel dengan ukuran berkisar 1-1000 nm (Kim et al., 2016) yang kemudian disebut dengan partikel berukuran nano atau nanopartikel. Nanopartikel memiliki cakupan aplikasi yang sangat luas di berbagai bidang seperti kesehatan, kosmetik, makanan, kesehatan lingkungan, ilmu biomedis, industri kimia, elektronik, mekanik, optik, industri penerbangan, dan masih banyak lagi (S Iravani et al., 2014). Nanopartikel senyawa logam saat ini mendapatkan perhatian yang sangat besar karena aplikasinya yang sangat besar dalam berbagai bidang, diantaranya bidang biomedisinal (Yu-jin et al., 2016), seperti pada studi yang memaparkan tentang penggunaan nanopartikel perak sebagai agen terapi luka. Pengobatan topikal dengan basis nanopartikel perak telah digunakan secara luas dalam pengobatan infeksi pada luka terbuka dan pada ulkus kronis (Mishra et al., 2008). Studi serupa juga dilakukan oleh Jun Tian et al tentang pemanfaatan nanopartikel perak pada terapi *wound healing*, dimana dari hasil observasi yang dilakukan menunjukkan adanya percepatan kesembuhan pada luka yang diterapi dengan nanopartikel perak (Tian et al., 2007).

Pemanfaatan nanopartikel yang besar dalam bidang biomedik, menciptakan tantangan tersendiri dalam metode sintesisnya. Metode sintesis nanopartikel didasarkan pada tiga pendekatan proses yaitu secara kimia, fisika, dan biologi (Iravani et al., 2014). Metode fisikokimia pada penerapannya menggunakan senyawa kimia yang beresiko menimbulkan *adverse effects* pada aplikasi di bidang medis (Parashar et al., 2009). Dewasa ini, sintesis nanopartikel secara biologi lebih disukai dibandingkan metode fisikokimia, karena dinilai lebih memiliki banyak keuntungan, diantaranya : lebih *eco-friendly* (Kim, 2015), *non-toxic*, lebih *reproducible*, lebih mudah di-*scale up*, dan morfologinya lebih baik (Kim et al., 2016). Sumber sintesis nanopartikel secara biologi adalah mikroorganisme dan tanaman. Namun demikian, dalam prakteknya penggunaan tanaman untuk sintesis nanopartikel lebih disukai dibandingkan dengan mikroorganisme karena berbagai alasan, diantaranya: langkah yang lebih sederhana, lebih cepat, lebih *cost-effective*, lebih *biocompatible* sehingga lebih aplikatif untuk digunakan dalam ranah medis. Hampir semua komponen dalam tanaman seperti protein, asam amino, asam organik, vitamin, dan metabolit sekunder seperti flavonoid, alkaloid, polifenol, terpenoid, komponen heterosiklik, dan polisakarida, mempunyai fungsi signifikan dalam mereduksi garam logam, bertindak sebagai *capping* dan *stabilizing agent* dalam sintesis nanopartikel (Kim et al., 2016).

E-ISSN 2477-0612

Penelitian ini menggunakan daun sendok (*Plantago major* L.) sebagai sumber *green synthesis* nanopartikel perak. Pemilihan daun sendok didasarkan pada kandungan komponen aktif biologi yang dimiliki tanaman ini memiliki peran yang penting dalam sintesis nanopartikel, yaitu dapat mereduksi garam logam, dan bertindak sebagai *capping agent* dan *stabilizing agent*. Selain itu pemilihan daun sendok juga didasarkan pada pemanfaatannya yang luas di bidang biomedisinal seperti: antiinflamasi, antibakteri, antijamur, antioksidan, antitumor, *immunomodulating*, *antiulcerogenic*, dan juga aktivitas *wound healing* (Mahmood, 2006). Mengacu pada studi yang dilakukan oleh Mahmood et al berjudul "*Wound Healing Activities of Plantago mayor Leaf Extract in rats*" yang menunjukkan adanya aktivitas penyembuhan luka dari ekstrak air daun sendok pada percobaan yang dilakukan pada tikus, diharapkan dengan pemanfaatannya sebagai sumber sintesis nanopartikel, daun sendok yang digunakan juga dapat memberikan efek yang sinergis dengan nanopartikel perak yang dihasilkan dalam memberikan efek antibakteri dan penyembuhan luka. Pemilihan logam perak sendiri didasarkan pada kemanfaatannya di bidang medis. Nanopartikel perak telah lama digunakan pada berbagai masalah antibakteri, juga sebagai antikanker, anti-inflamasi, dan *wound treatment* (Ahmed, 2010).

Dalam proses sintesis nanopartikel menggunakan tanaman, terdapat beberapa parameter yang dapat mempengaruhi *yield* yang diperoleh yaitu kandungan yang dimiliki katalis (dalam hal ini adalah tanaman yang digunakan), media tempat reaksi berlangsung, dan kondisi reaksi (misalnya: pelarut, *stabilizer*, suhu) (Keat et al., 2015). Proses awal sintesis nanopartikel perak pada penelitian ini dimulai dengan optimasi parameter sintesis. Dalam penelitian ini, parameter yang dioptimasi adalah konsentrasi ekstrak air tanaman daun sendok dan suhu sintesis yang digunakan. Komponen parameter yang diukur dalam proses optimasi ini adalah, parameter organoleptis berupa kilau warna perak rendemen yang dihasilkan dari masing-masing kombinasi konsentrasi ekstrak daun sendok dan suhu sintesis, bobot rendemen, ukuran dan distribusi ukuran partikel dari rendemen nanopartikel perak yang dihasilkan, menggunakan instrumen *Dynamic Light Scattering-Nanoparticle* (DLS-Nano). Rendemen nanopartikel perak hasil sintesis menggunakan kombinasi konsentrasi ekstrak dan suhu sintesis terbaik kemudian dikarakterisasi menggunakan *Scanning Electron microscopy* (SEM) untuk mengamati bentuk morfologi nanopartikel perak yang terbentuk, dan *X-ray Diffraction* (XRD) untuk memastikan kandungan senyawa perak sebagai logam spesifik yang terbentuk dari hasil sintesis nanopartikel ini. Lebih jauh rendemen AgNPs diuji aktivitas antibakterinya dengan metode difusi, yaitu menggunakan *paper disc*. Bakteri uji yang digunakan adalah *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Escherichia coli*.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai karakteristik senyawa nanopartikel perak yang dihasilkan melalui jalur *green synthesis* menggunakan ekstrak air tanaman daun sendok (*Plantago mayor* L.), konsentrasi ekstrak dan suhu sintesis optimum yang digunakan pada saat sintesis, serta aktivitas antibakteri dari nanopartikel perak yang dihasilkan dibandingkan dengan ekstrak daun sendok dan senyawa perak yang diketahui memiliki aktivitas antibakteri. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi untuk pengembangan produk berbasis nanopartikel perak.

METODE

Bahan Tanaman

Bahan tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah bagian helai daun tanpa tangkai daun dari tanaman daun sendok (*Plantago major* L.) sesuai hasil determinasi pada Pusat Informasi dan Pengembangan Obat Tradisional (PIPOT) Universitas Surabaya. Helai daun ini kemudian dikeringkan dengan cara diangin-anginkan, dihaluskan dengan mesin blender dan diayak dengan mesh 20.

Bahan Kimia dan Mikroorganisme

Bahan yang digunakan, yaitu garam logam AgNO_3 (Merck), natrium hidroksida (Merck), aquabidestilata (FF Ubaya). Bakteri *Staphylococcus aureus*, bakteri *Pseudomonas aeruginosa*, bakteri *Escherichia coli*, media nutrient agar, media antibiotic agar I, media Vogel Johnson's Agar, pereaksi gentian violet, kalium iodida, pereaksi fuchsin, NaCl 0,9% (Merck).

Alat

Ultrasonic bath (Branson, USA), spektrofotometer UV-Vis (Thermo Scientific, USA), *centrifuge* 2000 rpm (Hettich, Germany), *centrifuge* 11.000 rpm (Thermo Scientific, USA), *scanning electron microscopy* (Jeol JM6510, Japan), *dynamic light scattering-nanoparticle* (Beckman Coulter, USA), *x ray diffraction* (Rigaku Ultima IV, Japan), neraca analitik (Sartorius BL210s, Germany), blender (Hitachi, Japan), *stopwatch* (Alba, UK), dan alat-alat gelas laboratorium.

Penyiapan Ekstrak Air Daun Sendok

Helai daun sendok tanpa tangkai dicuci bersih, dikeringkan dengan diangin-anginkan. Kemudian daun sendok yang telah kering dihaluskan dengan blender hingga menjadi serbuk, lalu diayak dengan menggunakan pengayak mesh 20. Hasil dari ayakan ini kemudian disebut serbuk simplisia. Pembuatan ekstrak air daun sendok dilakukan dengan menggunakan metode *Ultrasound Assisted Extraction* (UAE). Pertama-tama, serbuk simplisia daun sendok ditimbang 10,0 gram. Ditambahkan air sebanyak 80 ml. Penambahan air dilakukan sedikit demi sedikit sampai serbuk terbasahi

semua dan terendam. Kemudian diekstraksi dengan bantuan UAE selama 20 menit. Saring ekstrak hasil UAE dengan corong Buchner, ampas yang diperoleh ditambah lagi dengan aqua demineralisata (aquadem) sebanyak 20 ml lalu disaring ke dalam labu ukur yang sama, kemudian ditambahkan aquadem sampai 100,0 ml (setara dengan 100.000 bpj serbuk daun). Untuk selanjutnya larutan ini disebut sebagai ekstrak induk. Ekstrak induk dilakukan pengenceran dengan konsentrasi setara 0,125%; 0,25% dan 0,5%, hasil pengenceran ini kemudian disebut sebagai ekstrak uji.

Proses Sintesis Nanopartikel Perak

Ekstrak uji masing-masing konsentrasi ditambahkan AgNO_3 1 mM dengan pengadukan. Setelah didapatkan campuran homogen ekstrak uji dan larutan garam logam AgNO_3 , lalu dipanaskan dengan pengadukan pada masing-masing suhu sintesisnya (60, 70, 80°C) selama 60 menit. Larutan ini diamati absorbansinya setiap 15 menit (t_0 ; t_{15} ; t_{30} ; t_{45} ; t_{60}) dengan spektrofotometer, untuk memantau terbentuknya nanopartikel perak. Setelah 60 menit, ditambahkan NaOH 0,2 M tetes demi tetes sambil diamati adanya perubahan warna dan terus diaduk tanpa pemanasan. Diamati perubahan warna yang terjadi, yang mengindikasikan terbentuknya nanopartikel perak, yaitu dari kuning muda menjadi coklat kemerahan. Amati absorbansi larutan setelah penambahan NaOH . Purifikasi nanopartikel perak dilakukan dengan sentrifugasi pada 2000 rpm selama 10 menit, untuk menghilangkan pengotor yang ada. Supernatan hasil purifikasi disentrifugasi pada 11.000 rpm selama 15 menit untuk pengumpulan nanopartikel perak. Hasil berupa pellet dicuci beberapa kali dengan air steril. Partikel yang telah dicuci, disimpan semalaman, diangin-anginkan, dan kemudian akan didapat partikel dengan bentuk serbuk yang memadat. Rendemen hasil nanopartikel perak kemudian digunakan untuk tahap karakterisasi dan pengujian aktivitas antibakteri (Kim, 2015).

Karakterisasi Nanopartikel Perak

Senyawa yang diperoleh dari hasil sintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak air daun sendok kemudian dikarakterisasi pada beberapa parameter, yaitu organoleptis, rendemen diamati karakteristik warna dan konsistensinya secara visual. Absorbansi larutan sintesis diamati seiring pertambahan waktu untuk mengkonfirmasi terbentuknya nanopartikel perak menggunakan instrumen Spektrofotometer Uv-VIS. Ukuran dan distribusi ukuran partikel rendemen nanopartikel perak diuji menggunakan instrumen *Dynamic Light Scattering-Nanoparticle* (DLS-Nano). Morfologi rendemen dianalisa menggunakan instrumen *Scanning Electron Spectroscopy* (SEM) dan kandungan senyawa perak pada rendemen dianalisa menggunakan instrumen *X-Ray Diffraction* (X-RD) yang akan menunjukkan pola difraktogram spesifik.

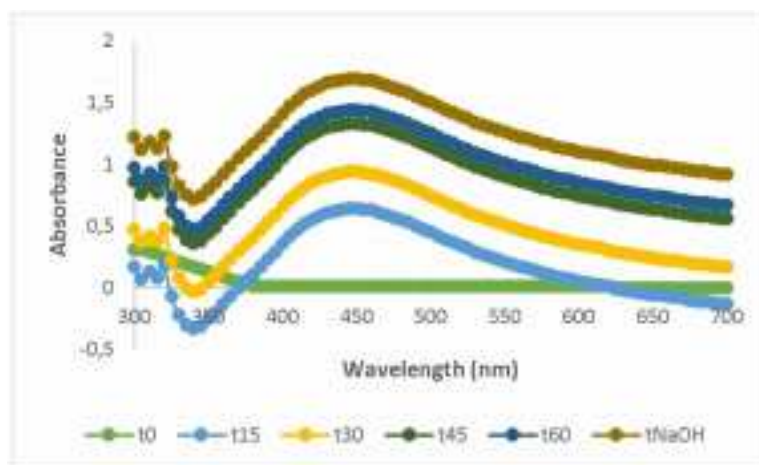
Penentuan Aktivitas Antibakteri dengan Metode *Paper Disc*

Bakteri uji yang digunakan untuk penelitian ini adalah *Staphylococcus aureus* dari golongan bakteri gram positif, bakteri *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa* dari golongan bakteri gram negatif. Bakteri yang digunakan diidentifikasi terlebih dahulu sebelum digunakan dalam pengujian daya antibakteri. Media yang digunakan untuk pembenihan bakteri adalah media *Antibiotic Medium I* (AM), media Nutrient Agar (NA), serta media *Vogel Johnson's Agar* (VJA) dan telurit. Diambil 400 μ L suspensi bakteri dan ditambahkan ke dalam 40.0 mL media *Antibiotic Medium I* steril yang telah dicairkan dengan suhu $\pm 40^\circ\text{C}$. Dikocok hingga homogen dan segera dituangkan ke dalam cawan petri steril secara merata sebelum media memadat. Diamkan pada suhu ruangan sampai media memadat. Setelah agar media memadat, *paper disc* steril diambil secara aseptis dan diletakkan di atas permukaan medium agar dalam cawan petri.

Untuk pengujian, rendemen nanopartikel perak dilarutkan dengan aqua demineralisata steril, hingga membentuk sistem koloidal. Untuk pengujian antibakteri terhadap gram positif, diambil larutan nanopartikel perak konsentrasi 250 ppm, sedangkan, untuk pengujian terhadap bakteri gram negatif nanopartikel yang diambil adalah 100 ppm. Larutan pembanding terdiri dari ekstrak air daun sendok dan juga larutan garam logam AgNO_3 1 mM dengan konsentrasi yang sama yang digunakan untuk sintesis nanopartikel perak, kontrol positif berupa larutan antibiotik Kloramfenikol 250 ppm untuk pengujian terhadap bakteri gram positif dan Gentamicin sulfat 100 ppm untuk pengujian terhadap bakteri gram negatif, dan kontrol negatif berupa aquabidestilata steril. Masing-masing sampel uji ditetaskan di atas *paper disc*. Cawan petri didiamkan selama 30 menit, kemudian dibungkus tanpa dibalik dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam. Setelah 48 jam cawan petri dikeluarkan dari dalam inkubator kemudian diamati dan diukur zona bening di sekitar *paper disc* dengan menggunakan jangka sorong. Dilakukan tiga kali pengukuran dari arah berbeda pada diameter terluar daerah bening di sekitar *paper disc*. Pengujian diulangi 2 replikasi.



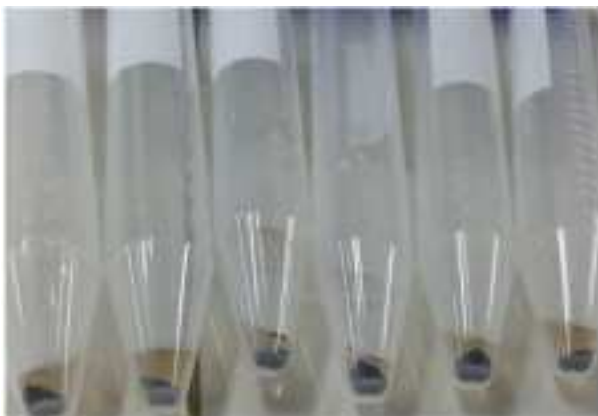
Gambar 1. Perubahan warna larutan seiring pertambahan waktu pemanasan pada proses sintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak air daun sendok dengan konsentrasi 0,25% suhu 70°C



Gambar 2. Absorbansi larutan seiring pertambahan waktu sampai setelah penambahan NaOH pada proses sintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak air Daun Sendok dengan konsentrasi 0,25% pada suhu 70°C .

HASIL PENELITIAN

Terbentuknya nanopartikel perak terdeteksi melalui adanya perubahan warna yang terjadi seiring waktu pemanasan yaitu dari kuning muda menjadi warna coklat kemerahan seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Lebih jauh, terbentuknya nanopartikel perak juga dikonfirmasi dengan absorbansi larutan dengan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 445 nm. Pembacaan absorbansi larutan dilakukan setiap 15 menit sampai 60 menit selama proses sintesis berlangsung. Setelah proses pemanasan selama 60 menit, larutan sampel ditambahkan NaOH 0,2 M sedikit demi sedikit sambil diamati perubahan warna yang terjadi, absorbansi larutan setelah penambahan NaOH diamati kembali untuk memantau pertambahan absorbansi yang mengindikasikan reaksi sintesis telah optimum. Perubahan absorbansi larutan seiring pertambahan waktu sampai setelah penambahan NaOH diamati menggunakan Spektrofotometer UV-Vis (Gambar 2).



Gambar 3. Material tersuspensi dari proses sintesis nanopartikel perak



Gambar 4. Nanopartikel perak hasil sintesis

Setelah proses sintesis nanopartikel dilakukan, larutan sampel disentrifugasi 2000 rpm selama 10 menit untuk memisahkan material tersuspensi dalam bentuk pellet (Gambar 3), kemudian nanopartikel perak yang terbentuk dikumpulkan dengan cara sentrifugasi larutan sintesis pada kecepatan tinggi. Pada percobaan ini, digunakan kecepatan 11.000 rpm. Sentrifugasi larutan dengan kecepatan tinggi ini menyebabkan nanopartikel perak mengendap ke dasar tabung, sehingga memungkinkan untuk dikumpulkan. Rendemen nanopartikel perak yang telah dikumpulkan kemudian dikeringkan dengan cara diletakkan di dalam eksikator. Rendemen nanopartikel perak yang dikumpulkan dalam bentuk padatan berada pada dasar tabung (Gambar 4).

Hasil Optimasi Konsentrasi Ekstrak dan Suhu Sintesis Terhadap Pembentukan Nanopartikel Perak

Titik suhu yang dioptimasi adalah 60°C, 70°C dan 80°C. Tiga titik konsentrasi yaitu 0,125%; 0,25%; 0,5% dioptimasi pada masing-masing suhu dan dilakukan replikasi sebanyak tiga kali. Tujuan akhir dari proses optimasi ini adalah untuk mendapatkan kombinasi suhu dan konsentrasi ekstrak optimum yang dapat menghasilkan rendemen nanopartikel perak yang paling baik. Hasil optimasi suhu sintesis dan konsentrasi ekstrak tanaman terhadap bobot rendemen dan kilau perak seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Dari hasil optimasi ini, didapatkan rendemen terbesar berasal dari kombinasi konsentrasi ekstrak 0,25% dan suhu sintesis 70°C dengan bobot rata-rata seberat 9,13 mg dari tiga kali replikasi. Selain itu, warna perak pada rendemen ditunjukkan pada semua titik, namun nampak paling jelas pada konsentrasi tanaman 0,125% dan 0,25% baik dilakukan pada suhu 60, 70 maupun 80°C. Grafik di bawah ini (Gambar 5) menunjukkan perbandingan rendemen yang dihasilkan dari masing-masing titik konsentrasi ekstrak tanaman dan suhu sintesis.

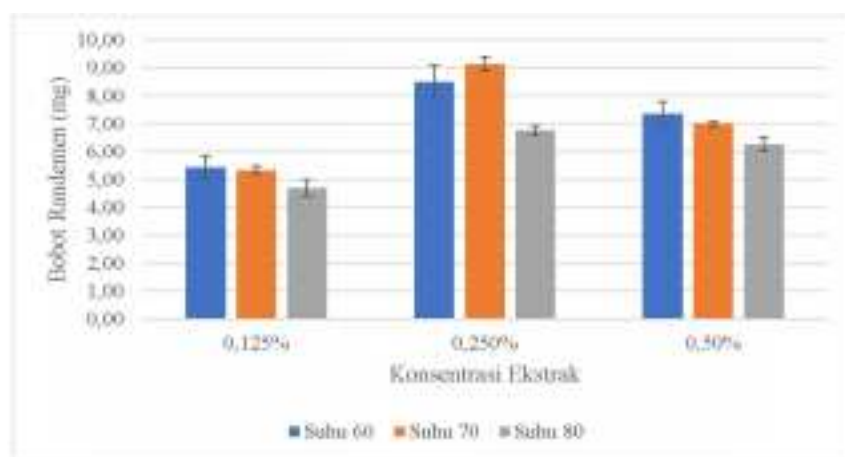
Penggunaan konsentrasi ekstrak 0,25% dan suhu sintesis 70°C menunjukkan rendemen yang paling besar dibandingkan dengan perpaduan konsentrasi ekstrak dan suhu lainnya. Pengamatan organoleptis berupa warna hasil rendemen juga menunjukkan hasil kilau perak yang nampak dengan jelas pada titik konsentrasi 0,25% pada semua suhu optimasi. Gambaran terbentuknya senyawa perak pada proses sintesis menggunakan konsentrasi ekstrak 0,25% dapat dilihat setelah penambahan NaOH, dimana penambahan buffer NaOH dimaksudkan untuk meningkatkan *reduction rate* dalam pembentukan nanopartikel perak. Grafik absorbansi di bawah ini (Gambar 6) menggambarkan perbandingan nilai absorbansi nanopartikel perak yang terbentuk setelah penambahan NaOH dengan variasi suhu sintesis yang digunakan pada masing-masing konsentrasi ekstrak.

Tabel 1. Hasil optimasi konsentrasi ekstrak tanaman dan suhu sintesis terhadap rendemen dan visualisasi hasil nanopartikel perak

Kondisi optimasi		Parameter	
Konsentrasi ekstrak tanaman (%)	Suhu (°C)	Visualisasi Kilau Perak*	Rendemen (mg)
0,125	60	+++	5,43
0,125	70	+++	5,33
0,125	80	+++	4,70
0,25	60	+++	8,50
0,25	70	+++	9,13
0,25	80	+++	6,77
0,5	60	++	7,37
0,5	70	++	7,00
0,5	80	++	6,27

Tabel 2. Ukuran rata-rata nanopartikel perak pada masing-masing suhu sintesis dan konsentrasi ekstrak

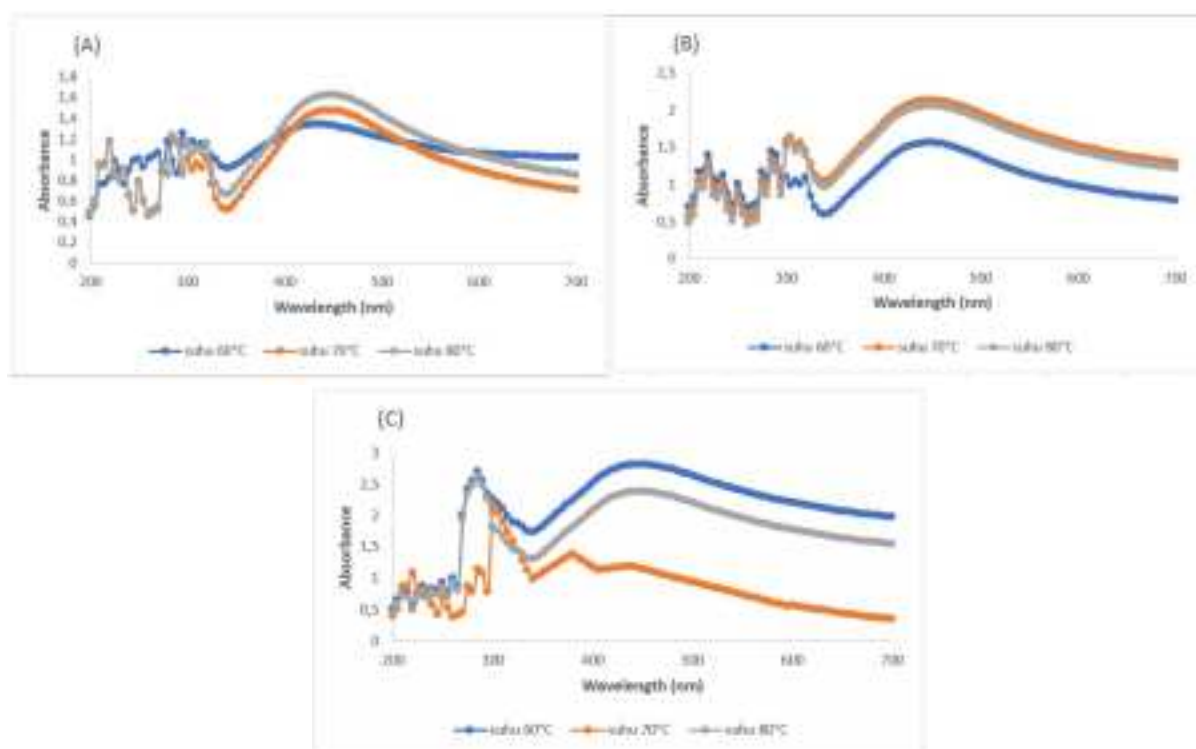
Suhu Sintesis (°C)	Ukuran Partikel (nm) Rata-rata \pm SD dari 3 replikasi		
	Ekstrak 0,125%	Ekstrak 0,25%	Ekstrak 0,5%
60	146,467 \pm 1,436	138,367 \pm 3,742	482,633 \pm 36,341
70	149,600 \pm 2,042	129,200 \pm 4,104	528,167 \pm 29,824
80	174,867 \pm 7,433	144,267 \pm 2,060	676,267 \pm 147,107

**Gambar 5. Grafik hasil rendemen sintesis nanopartikel perak pada masing-masing konsentrasi ekstrak dan suhu**

Hasil Karakterisasi Ukuran dan Distribusi Ukuran Nanopartikel Perak menggunakan *Dynamic Light Scattering* (DLS)

Masing-masing hasil sintesis dengan konsentrasi tanaman 0,125%; 0,25%; 0,5% yang disintesis pada suhu 60°C, 70°C dan 80°C, dianalisa ukuran dan distribusi ukuran partikelnya. Karakterisasi ukuran dan distribusi ukuran nanopartikel perak dilakukan menggunakan instrumen *Dynamic Light Scattering*

(DLS). Tabel 2 menampilkan rata-rata hasil pengukuran partikel pada masing-masing konsentrasi dan suhu dari 3 kali pembacaan dengan DLS. Dari hasil pengukuran dapat dilihat tren ukuran nanopartikel berbanding lurus dengan pertambahan suhu sintesis pada semua konsentrasi ekstrak tanaman, kecuali pada konsentrasi ekstrak 0,25% dimana rata-rata hasil pengukuran pada suhu 60°C; 70°C dan 80°C berturut-turut adalah 138,367 \pm 3,742 nm; 129,200 \pm 4,104 nm dan 144,267 \pm 2,060



Gambar 6. Perbandingan absorbansi larutan pada masing-masing suhu dengan konsentrasi ekstrak (A) 0,125%; (B) 0,25%; dan (C) 0,5%

Tabel 3. Nilai *polydispersity index* nanopartikel perak pada masing-masing suhu dan konsentrasi ekstrak

Suhu Sintesis (°C)	Polydispersity Index		
	Ekstrak 0,125%	Ekstrak 0,25%	Ekstrak 0,5%
60	0,2607	0,2420	0,3563
70	0,2073	0,2500	0,2533
80	0,2397	0,2467	0,2850

nm. Pada konsentrasi ekstrak 0,125% rata-rata hasil pengukuran pada masing-masing suhu 60°C; 70°C dan 80°C adalah $146,467 \pm 1,436$ nm; $149,600 \pm 2,042$ nm dan $174,867 \pm 7,433$ nm. Dan untuk konsentrasi ekstrak 0,5% dengan kombinasi suhu yang sama diperoleh ukuran partikel masing-masing $482,633 \pm 36,341$ nm; $528,167 \pm 29,824$ nm dan $676,267 \pm 147,107$ nm. Dari hasil ini diketahui bahwa ukuran partikel terkecil didapatkan dari kombinasi konsentrasi ekstrak tanaman 0,25% dan suhu sintesis 70°C.

Parameter distribusi ukuran partikel ditentukan dalam nilai *polydispersity index* (PDI). Dari hasil pengukuran dengan DLS, PDI dengan nilai terkecil hasil rata-rata dari 3 kali pengulangan diperoleh pada sintesis dengan konsentrasi ekstrak tanaman 0,125% pada suhu 70°C, yaitu sebesar 0,2073. Nilai PDI hasil pembacaan dengan DLS dapat dilihat pada Tabel 3.

Gambaran distribusi ukuran partikel dari nanopartikel perak hasil sintesis dengan konsentrasi ekstrak tanaman

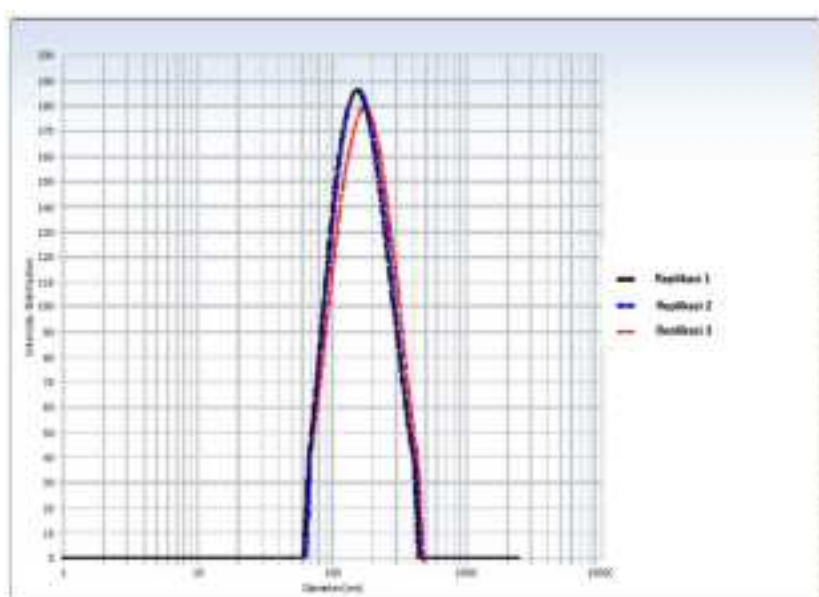
0,25% pada suhu 70°C yang menunjukkan ukuran partikel paling kecil dibandingkan kombinasi konsentrasi ekstrak dan suhu sintesis lainnya, dapat dilihat pada Gambar 7.

Hasil Karakterisasi Menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM)

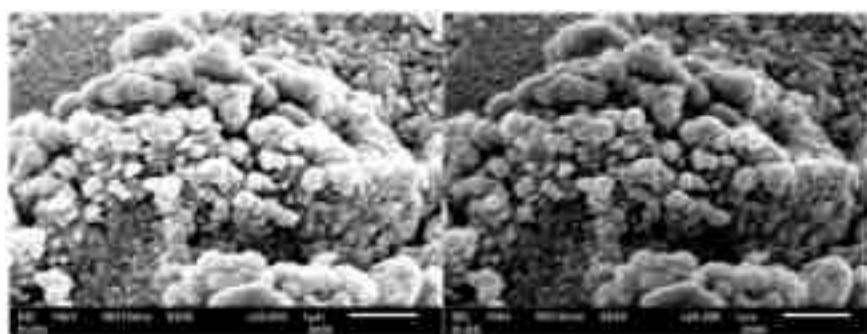
Scanning Electron Microscope (SEM) digunakan untuk mengamati ukuran dan morfologi dari nanopartikel perak. Berdasarkan hasil pengamatan rendemen nanopartikel perak hasil sintesis menggunakan konsentrasi ekstrak 0,25% pada suhu 70°C, dapat dilihat bahwa morfologi nanopartikel perak adalah berbentuk *spherical* (Gambar 8).

Hasil Analisa Senyawa Perak pada Nanopartikel hasil *Green Synthesis* Menggunakan Instrumen *X-Ray Diffraction* (X-RD)

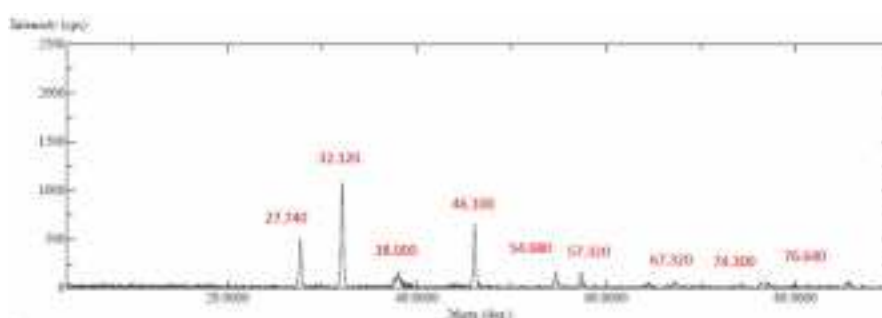
Untuk mengkonfirmasi adanya gugus senyawa perak dalam randeman nanopartikel yang dihasilkan dari proses sintesis, dilakukan analisa dengan instrumen X-RD untuk melihat pola difraktogram dari rendemen yang



Gambar 7. Grafik distribusi ukuran partikel randemen nanopartikel perak hasil sintesis dengan ekstrak tanaman konsentrasi 0,25% pada Suhu 70°C.



Gambar 8 Hasil karakterisasi nanopartikel perak menggunakan SEM pada Pengamatan dengan perbesaran 20.000x



Gambar 9. Difraktogram X-Ray nanopartikel perak

terbentuk untuk kemudian dibandingkan dengan standar difraktogram senyawa perak. Gambar 9 menampilkan pola difraksi X-ray nanopartikel perak yang disintesis menggunakan ekstrak air *Plantago major* konsentrasi 0,25% pada suhu 70°C. Dari hasil analisa difraktogram dapat dinyatakan bahwa rendemen nanopartikel yang dihasilkan mengandung senyawa perak, dilihat dari *peak* kristalin rendemen yang menghasilkan pola yang mirip dengan *peak* pada standar referensi. Puncak difraksi 2θ teramati pada 38,00°; 46,1°; 67,32°; 76,64°.

Profil pola difraktogram dengan jelas menggambarkan bahwa nanopartikel perak terdapat di dalam rendemen. Dibandingkan dengan standar (JCPDS) file no.:040783 (Swanson et al., 1955). Namun demikian, berdasarkan pengamatan pada pola yang dihasilkan, masih terdapat adanya *peak* yang menunjukkan adanya *impurities* pada rendemen, hal ini diprediksi bersumber dari proses sintesis nanopartikel yang menggunakan tanaman dan juga zat katalis seperti NaOH. *Impurities* yang terbentuk contohnya senyawa Ag_2O yang terbaca pada 2θ 27.720; 32.120 dan 54.680.

Tabel 4. Hasil pengukuran zona hambat pada pengujian aktivitas antibakteri

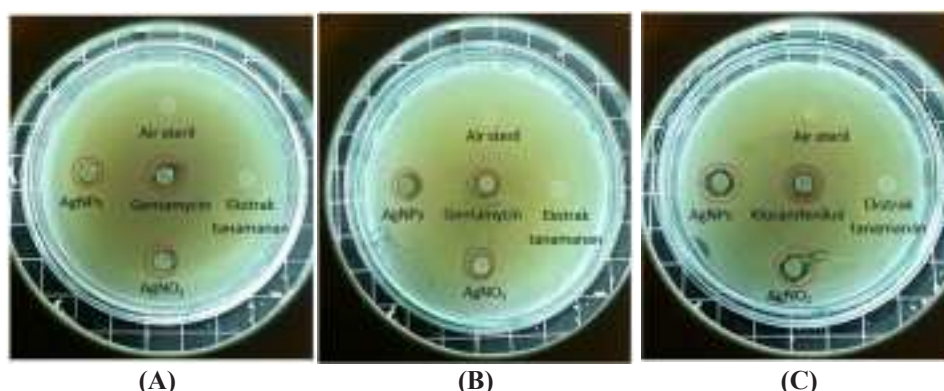
No.	Sampel Uji	Zona Hambat (mm)		Rata-rata (mm)
		1	2	
Bakteri: <i>Pseudomonas aeruginosa</i>				
1.	Kontrol Positif (Gentamisin 100 ppm)	6,37	6,98	6,68
2.	Kontrol Negatif (Air Steril)	0	0	0
3.	Ekstrak Daun Sendok 0,25%	0	0	0
4.	Nanopartikel Ag 0,25%	4,71	5,55	5,13
5.	Larutan AgNO ₃ 1mmol	4,74	4,72	4,73
Bakteri: <i>Escherichia coli</i>				
1.	Kontrol Positif (Gentamisin 100 ppm)	5,51	5,14	5,33
2.	Kontrol Negatif (Air Steril)	0	0	0
3.	Ekstrak Daun Sendok 0,25%	0	0	0
4.	Nanopartikel Ag 0,25%	6,28	6,07	6,18
5.	Larutan AgNO ₃ 1mmol	5,17	4,49	4,83
Bakteri: <i>Staphylococcus aureus</i>				
1.	Kontrol Positif (Kloramfenikol 250 ppm)	6,53	5,70	6,12
2.	Kontrol Negatif (Air Steril)	0	0	0
3.	Ekstrak Daun Sendok 0,25%	0	0	0
4.	Nanopartikel Ag 0,25%	6,96	7,42	7,19
5.	Larutan AgNO ₃ 1mmol	6,02	5,36	5,69

Hasil Pengujian Aktivitas Antibakteri dengan Metode *Paper Disc*

Pengujian aktivitas antibakteri dilakukan dengan metode difusi menggunakan *paper disc* pada bakteri gram negatif dan positif. Bakteri yang digunakan adalah *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, untuk bakteri gram negatif dan *Staphylococcus aureus* untuk bakteri gram positif. Sampel nanopartikel perak yang diuji adalah rendemen hasil sintesis dengan konsentrasi ekstrak tanaman 0,25% dengan suhu sintesis 70°C. Pada pengujian aktivitas antibakteri terhadap bakteri gram negatif, sebagai kontrol positif digunakan antibiotik *Gentamicyn* (100µg/mL). Sedangkan, untuk bakteri gram positif digunakan Kloramfenikol (250µg/mL). Kontrol negatif adalah aquademineralisata steril. Dalam pengujian aktivitas antibakteri ini, larutan AgNO₃ 1 mmol dan ekstrak air tanaman daun sendok konsentrasi 0,25% juga diuji aktivitas antibakterinya dan digunakan sebagai pembanding. Kedua sampel ini merupakan bahan atau komposisi awal pembentuk nanopartikel perak, sehingga perlu dianalisa aktivitas antibakteri

kedua sampel ini untuk dibandingkan, apakah ada peningkatan daya hambat antibakteri setelah kedua komponen ini membentuk nanopartikel perak. Proses inkubasi dilakukan pada suhu 37°C selama 48 jam. Setelah 48 jam inkubasi, dilakukan pengukuran diameter daerah hambat menggunakan jangka sorong. Tabel 4 menunjukkan hasil pengukuran zona hambat pada hasil pengujian aktivitas antibakteri.

Pada pengujian diperoleh bahwa larutan AgNO₃ menunjukkan adanya zona hambat pada ketiga bakteri uji. Namun, zona hambat yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan zona hambat yang dihasilkan oleh rendemen nanopartikel perak. Pada pengujian terhadap bakteri gram positif, *Staphylococcus aureus*, zona hambat yang dihasilkan oleh larutan AgNO₃ adalah 5,69 mm, sedangkan zona hambat AgNPs adalah 7,19. Artinya terdapat peningkatan nilai zona hambat sebesar 27,85% pada pengujian menggunakan nanopartikel perak dibandingkan larutan AgNO₃. Hasil serupa juga ditunjukkan pada pengujian aktivitas antibakteri terhadap



Gambar 10. Pengujian aktivitas antibakteri nanopartikel perak dengan metode Paper Disc. Pengujian pada Bakteri (A) *Pseudomonas aeruginosa*; (B) *Escherichia coli*; (C) *Staphylococcus aureus*

bakteri gram negatif, *Pseudomonas aeruginosa* dan *Escherichia coli*, dimana terjadi peningkatan nilai zona hambat pertumbuhan bakteri, masing-masing sebesar 17,58% dan 26,36%. Sebaliknya, sampel ekstrak tanaman daun sendok tidak menunjukkan aktivitas antibakteri, dimana dalam pengujian sampel tanaman daun sendok tidak menunjukkan adanya zona hambat terhadap pertumbuhan bakteri. Gambar 10 merupakan hasil pengujian aktivitas antibakteri dengan metode difusi menggunakan *paper disc*.

PEMBAHASAN

Mekanisme reduksi oleh kandungan senyawa dalam tanaman terhadap garam logam, dapat dijelaskan dalam beberapa tahap. Fase pertama adalah fase dimana terjadi reduksi ion logam dan nukleasi dari atom logam yang telah tereduksi, dilanjutkan dengan koalisi spontan dari sejumlah nanopartikel yang berdekatan membentuk partikel dengan ukuran yang lebih besar, seiring dengan peningkatan stabilitas termodinamik dari nanopartikel, proses ini mengacu pada prinsip Ostwal ripening. Fase akhir yaitu dimana bentuk akhir dari nanopartikel terbentuk (Keat et al., 2015).

Parameter awal yang menjadi tolak ukur formasi nanopartikel perak seiring pertambahan waktu sintesis yaitu dengan mengamati perubahan warna larutan. Perubahan warna larutan terjadi dari warna kuning pucat menjadi kuning kecokatan, sampai menjadi coklat kemerahan. Perubahan warna larutan pada sintesis nanopartikel perak terjadi karena *surface plasmon resonance* dan reduksi dari ion perak (Erjaee et al., 2017). Lebih jauh, formasi nanopartikel perak juga dikonfirmasi dengan pembacaan absorbansi larutan menggunakan instrumen Spektrofotometer UV-Vis, absorbansi nanopartikel perak pada percobaan ini berada pada panjang gelombang 445 nm. Serapan absorbansi pada panjang gelombang 400-450 nm diketahui merupakan nanopartikel perak (Ag^0), sedangkan serapan

yang terbentuk pada panjang gelombang 370-400 nm merupakan ion perak (Ag^+) (Oktaviani & Amrullah, 2009). Dapat dilihat pada Gambar 2, absorbansi larutan bertambah seiring pertambahan waktu sintesis, hal ini menunjukkan *rate reduction* berbanding lurus dengan pertambahan waktu sintesis. Namun, pada menit ke-45 dan 60 dapat dilihat bahwa perubahan nilai absorbansi maupun perubahan warna larutan tidak lagi signifikan. Hal ini menandakan bahwa pada waktu tertentu *rate reduction* akan menjadi konstan, dimana tidak terjadi lagi formasi nanopartikel perak karena garam perak telah tereduksi seluruhnya (Verma & Mehata, 2016).

Masing-masing rendemen hasil sintesis menggunakan berbagai kombinasi suhu dan konsentrasi tanaman, dianalisa bobot dan parameter organoleptis berupa kilau perak yg terbentuk. Kriteria ini adalah parameter awal untuk menentukan titik kombinasi yang paling baik dalam sintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak air daun sendok. Secara visual, kilau perak yang paling baik ditunjukkan pada rendemen hasil sintesis menggunakan konsentrasi ekstrak tanaman 0,125% dan 0,25% pada semua suhu sintesis, dibandingkan rendemen hasil sintesis menggunakan konsentrasi ekstrak 0,5% pada semua suhu sintesis. Sedangkan rendemen terbaik dihasilkan dari sintesis menggunakan konsentrasi ekstrak 0,25% dengan suhu sintesis 70°C, yaitu rata-rata seberat 9,13 mg dari 3 kali replikasi.

Penentuan titik kombinasi konsentrasi ekstrak dan suhu sintesis terbaik dalam sintesis nanopartikel perak dilanjutkan dengan menguji ukuran dan distribusi ukuran partikel dari rendemen yang terbentuk, menggunakan instrumen DLS Nano - *particle size analyzer*. Ukuran dari nanopartikel hasil sintesis dipengaruhi oleh kinetika reaksi yang terjadi. Komposisi dari larutan/media berperan penting dalam menentukan kinetika reaksi dalam proses sintesis nanopartikel perak (Pourmortazavi et al., 2015). Berbagai parameter memiliki pengaruh terhadap kinetika reaksi tersebut, antara lain konsentrasi

ekstrak tanaman yang digunakan sebagai agen pereduksi dan suhu yang digunakan dalam proses sintesis. Perubahan komposisi pada parameter-parameter yang digunakan, dapat menghasilkan karakter nanopartikel yang berbeda (Erjaee et al., 2017).

Hasil pengukuran rendemen nanopartikel perak dengan masing-masing kombinasi suhu dan konsentrasi ekstrak dirangkum dalam Tabel 2. Secara umum dapat dilihat bahwa, ukuran terkecil diperoleh dari hasil sintesis menggunakan konsentrasi ekstrak 0,25% jika dibandingkan dengan konsentrasi 0,125% dan 0,5% pada masing-masing kombinasi suhu 60°C, 70°C dan 80°C. Dari hasil ini dapat disimpulkan, ukuran partikel lebih kecil didapatkan saat pertambahan konsentrasi ekstrak dari 0,125% menjadi 0,25%, namun sebaliknya dengan meningkatkan konsentrasi ekstrak lebih jauh menjadi 0,5% ukuran partikel menjadi bertambah besar. Temuan ini mendukung kesimpulan yang diperoleh pada studi yang dilakukan oleh Purmortazavi et al. pada penelitiannya yang berjudul “*Procedure optimization for green synthesis of silver nanoparticles by aqueous extract of Eucalyptus oleosa*”, pada penelitian ini, peneliti melakukan optimasi pada berbagai parameter dalam *green synthesis* nanopartikel perak menggunakan ekstrak air dari tanaman *Eucalyptus oleosa*. Parameter yang dioptimasi antara lain adalah konsentrasi ekstrak tanaman, konsentrasi AgNO₃, waktu sintesis, dan suhu ekstraksi tanaman. Dari penelitian terhadap pengaruh konsentrasi ekstrak tanaman yang digunakan, ditemukan bahwa, meningkatkan konsentrasi tanaman dari 1% menjadi 5% dapat menurunkan ukuran dari nanopartikel yang dihasilkan. Sementara dengan meningkatkan konsentrasi tanaman sampai 10% justru menghasilkan ukuran nanopartikel yang lebih besar (Purmortazavi et al., 2015).

Variasi suhu pada penelitian ini, secara umum menunjukkan pengaruh berupa peningkatan ukuran partikel seiring pertambahan suhu. Kecuali pada percobaan menggunakan konsentrasi ekstrak 0,25% dimana sintesis dengan suhu 70°C menghasilkan ukuran partikel yang lebih kecil dibandingkan yang disintesis pada suhu 60°C. Disebutkan bahwa ukuran nanopartikel perak dapat diatur dengan melakukan variasi suhu sintesis (Tippayawat et al., 2016). Suhu tinggi dibutuhkan untuk membantu proses reduksi (Liu et al., 2012). Nukleasi dan formasi dari nanopartikel perak tergantung pada suhu reaksi yang digunakan (Tippayawat et al., 2016). Namun di sisi lain, perlu juga mempertimbangkan kestabilan komposisi kandungan ekstrak. Paparan suhu yang terlampau tinggi pada komponen ekstrak yang termolabil dapat mengakibatkan degradasi atau kerusakan senyawa yang berfungsi sebagai agen pereduksi dalam sintesis nanopartikel perak.

Selain ukuran partikel, distribusi ukuran partikel dari rendemen nanopartikel perak yang disintesis pada masing-masing kombinasi suhu dan konsentrasi ekstrak, merupakan parameter lain yang juga diuji menggunakan instrumen DLS Nano. Hasil pengukuran ditunjukkan dalam *Poly Dispersity Index* (PDI). Suatu sampel dikatakan monodisper jika nilai PDI kurang dari 0,1 (Hughes et al., 2015). Pada penelitian ini, nilai PDI berkisar pada rentang 0,21-0,36. Dengan nilai PDI terkecil didapatkan dari rendemen hasil sintesis menggunakan konsentrasi ekstrak 0,125% pada suhu 70°C, yaitu sebesar 0,21. Dapat disimpulkan dari penelitian ini bahwa seluruh rendemen hasil sintesis dari masing-masing kombinasi konsentrasi ekstrak dan suhu sintesis, tergolong partikel polidispers. Karena nilai PDI yang dihasilkan di atas 0,1.

Hasil optimasi terhadap parameter visual, bobot dan ukuran partikel rendemen yang dihasilkan dari masing-masing kombinasi konsentrasi ekstrak dan suhu sintesis, menunjukkan bahwa kombinasi antara konsentrasi ekstrak 0,25% dan suhu sintesis 70°C merupakan titik kombinasi yang paling optimum. Karakterisasi morfologi rendemen nanopartikel perak dilakukan dengan menggunakan instrumen *Scanning Electron Microscopy* (SEM), hasil pengamatan menunjukkan rendemen nanopartikel perak hasil sintesis dengan ekstrak air tanaman daun sendok dengan konsentrasi 0,25% pada suhu 70°C memiliki bentuk *spherical*, seperti yang ditampilkan pada Gambar 8. Bentuk dan morfologi rendemen nanopartikel dapat bervariasi, tergantung dari ekstrak tanaman yang digunakan.

Selain karakterisasi morfologi rendemen nanopartikel perak untuk dapat melihat bentuk dari rendemen hasil sintesis, karakterisasi untuk membuktikan kandungan senyawa perak dalam rendemen hasil sintesis juga perlu dilakukan. Spektrum XRD direkam untuk mengkonfirmasi struktur kristal dari nanopartikel perak yang terbentuk, untuk dibandingkan dengan standard. Puncak difraksi 2 θ teramati pada 38,00°; 46,1°; 67,32°; 76,64°. Profil pola difraktogram dengan jelas menggambarkan bahwa nanopartikel perak terdapat di dalam rendemen. Dibandingkan dengan standard (JCPDS) file no.:040783 (Swanson et al., 1955). Berdasarkan pola difraktogram yang terbentuk dapat dikatakan masih terdapat impurities seperti Ag₂O yang terbaca pada 2 θ yaitu 27,72°; 32,12°.

Nanopartikel perak yang diperoleh kemudian diuji aktivitas antibakteri terhadap bakteri gram positif dan negatif, yaitu *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, untuk bakteri gram negatif dan *Staphylococcus aureus* untuk bakteri gram positif. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nanopartikel perak memiliki aktivitas antibakteri

terhadap ketiga bakteri uji, dengan aktivitas sedang. Bahkan pada pengujian dengan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, didapati bahwa zona hambat nanopartikel perak lebih tinggi masing-masing sebesar 6,58% dan 13,97% dibandingkan zona hambat yang dihasilkan oleh antibiotik yang digunakan sebagai kontrol positif, yaitu Kloramfenikol untuk pengujian dengan bakteri *Staphylococcus aureus* dan gentamicin sulfat untuk bakteri *Escherichia coli*.

Dalam pengujian aktivitas antibakteri ini, larutan AgNO_3 1 mmol dan ekstrak air tanaman daun sendok konsentrasi 0,25% juga diuji aktivitas antibakterinya dan digunakan sebagai pembanding. Kedua sampel ini merupakan komposisi awal pembentuk nanopartikel perak, sehingga perlu dianalisa aktivitas antibakteri kedua sampel ini, untuk dibandingkan, apakah ada peningkatan daya hambat antibakteri setelah kedua komponen ini membentuk nanopartikel perak. Pada pengujian diperoleh bahwa larutan AgNO_3 menunjukkan adanya zona hambat pada ketiga bakteri uji. Namun, zona hambat yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan zona hambat yang dihasilkan oleh rendemen nanopartikel perak. Pada pengujian terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa*, zona hambat yang dihasilkan oleh larutan AgNO_3 adalah 4,73 mm, sedangkan zona hambat AgNPs adalah 5,13. Artinya terdapat peningkatan nilai zona hambat sebesar 17,58% pada pengujian menggunakan nanopartikel perak dibandingkan larutan AgNO_3 . Hasil serupa juga ditunjukkan pada pengujian aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, dimana terjadi peningkatan ukuran zona hambat pertumbuhan bakteri, masing-masing sebesar 27,85% dan 26,36%. Sebaliknya, sampel ekstrak tanaman daun sendok tidak menunjukkan aktivitas antibakteri, dimana dalam pengujian sampel tanaman daun sendok tidak menunjukkan adanya zona hambat terhadap pertumbuhan bakteri.

Beberapa studi telah dilakukan untuk meneliti aktivitas antibakteri dari tanaman daun sendok. Shariffa et al melakukan studi yang membandingkan aktivitas antibakteri antara ekstrak methanol, etanol dan ekstrak air tanaman daun sendok terhadap gram positif dan gram negatif bakteri, yaitu *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak methanol memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri uji, yang dinyatakan dalam nilai MIC sebesar 100 mg/ml terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan 120mg/ml terhadap bakteri *Escherichia coli*. Ekstrak ethanol juga menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dengan nilai MIC 200mg/ml dan *Escherichia coli* dengan nilai MIC 140mg/ml. Ekstrak air daun sendok tidak menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap kedua bakteri uji (Sharifa et al., 2008).

Menilik hasil studi yang dilakukan tersebut kemudian dapat dikatakan bahwa dalam penelitian Uji Aktivitas Antibakteri Nanopartikel Perak Hasil *Green Synthesis* Menggunakan Ekstrak Air Daun Sendok ini, tanaman daun sendok hanya bertindak sebagai komponen pereduksi perak nitrat menjadi ion perak, dan sebagai *capping agent* dalam pembentukan ion perak menjadi nanopartikel perak. Namun, ekstrak air daun sendok sendiri tidak memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri uji.

KESIMPULAN

Green synthesis nanopartikel perak dapat dilakukan menggunakan ekstrak air daun sendok, dengan konsentrasi optimum 0,25% dan disintesis pada suhu 70°C sehingga menghasilkan nanopartikel perak dengan bobot rata-rata 9,13 mg, ukuran partikel rata-rata 129,200 nm dan nilai PDI 0,2500. Nanopartikel perak yang diperoleh menunjukkan bentuk sferis dan menunjukan pola difraktogram yang serupa dengan difraktogram perak. Nanopartikel perak hasil *green synthesis* menggunakan ekstrak air daun sendok dengan konsentrasi 0,25% yang disintesis pada suhu 70°C memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri gram negatif maupun gram positif, yaitu bakteri *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, untuk bakteri gram negatif dan *Staphylococcus aureus* untuk bakteri gram positif dengan aktivitas yang sebanding dengan antibiotik pembandingnya.

DAFTAR ACUAN

- Ahmed, M., AlSalhi, M. S., & Siddiqui, M. K. J. (2010). Silver nanoparticle applications and human health. *Clinica Chimica Acta*, 411(23–24), 1841–1848. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2010.08.016>
- Erjaee, H., Rajaian, H., & Nazifi, S. (2017). Synthesis and characterization of novel silver nanoparticles using Chamaemelum nobile extract for antibacterial application. *Advances in Natural Sciences: Nanoscience and Nanotechnology*, 8(2), aa690b. <https://doi.org/10.1088/2043-6254/aa690b>
- Hughes, J. M., Budd, P. M., Grieve, A., Dutta, P., Tiede, K., & Lewis, J. (2015). Highly monodisperse, lanthanide-containing polystyrene nanoparticles as potential standard reference materials for environmental “nano” fate analysis. *Journal of Applied Polymer Science*, 132(24). <https://doi.org/10.1002/app.42061>
- Iravani, S., Korbekandi, H., Mirmohammadi, S. V., & Zolfaghari, B. (2014). Synthesis of silver nanoparticles : chemical , physical and biological methods, 9, 385–406.

- Keat, C. L., Aziz, A., Eid, A. M., & Elmarzugi, N. A. (2015). Biosynthesis of nanoparticles and silver nanoparticles. *Bioresources and Bioprocessing*, 2(1), 47. <https://doi.org/10.1186/s40643-015-0076-2>
- Kim, Y. (2015). Biogenic silver and gold nanoparticles synthesized using red ginseng root extract , and their applications. *Artificial Cells, Nanomedicine, and Biotechnology*, (April). <https://doi.org/10.3109/21691401.2015.1008514>
- Kim, Y., Yang, D., Singh, P., Kim, Y., & Zhang, D. (2016). Biological Synthesis of Nanoparticles from Plants and Microorganisms, (November). <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2016.02.006>
- Liu, Z., Xing, Z., Zu, Y., Tan, S., Zhao, L., Zhou, Z., & Sun, T. (2012). Synthesis and characterization of L-histidine capped silver nanoparticles. *Materials Science and Engineering C*, 32(4), 811–816. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2012.01.031>
- Mahmood, A. ., & M.E, P. (2006). Wound Healing Activities of PM Leaf Extract in rats. *International Journal Topical Medicine*.
- Mishra, M., Kumar, H., & Tripathi, K. (2008). Diabetic Delayed Wound Healing And The Role of Silver, 3(2), 49–54.
- Oktaviani, D. T., F., D. C., & Amrullah, A. (2009). Sintesis Nano Ag Dengan Metode Reduksi Kimia, (1), 101–114.
- Parashar, V., Parashar, R., Sharma, B., & Pandey, A. C. (2009). Parthenium Leaf Extract Mediated Synthesis of Silver Nanoparticles: A Novel Approach Towards Weed Utilization, 4(1), 45–50.
- Pourmortazavi, S. M., Taghdiri, M., Makari, V., & Rahimi-Nasrabadi, M. (2015). Procedure optimization for green synthesis of silver nanoparticles by aqueous extract of Eucalyptus oleosa. *Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 136(PC), 1249–1254. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2014.10.010>
- Sharifa, A. A., Neoh, Y. L., Iswadi, M. I., Khairul, O., Halim, M. A., Jamaludin, M., Hing, H. L. (2008). Effects of methanol, ethanol and aqueous extract of Plantago major on gram positive bacteria, gram negative bacteria and yeast. *Annals of Microscopy*, 8, 41–44.
- Singh, P., Kim, Y. J., Wang, C., Mathiyalagan, R., El-Agamy Farh, M., & Yang, D. C. (2016). Biogenic silver and gold nanoparticles synthesized using red ginseng root extract, and their applications. *Artificial Cells, Nanomedicine and Biotechnology*, 44(3), 811–816. <https://doi.org/10.3109/21691401.2015.1008514>
- Swanson, H. E., Gilfrich, N. T., & Ugrinic, G. M. (1955). Standard X-Ray Diffraction Powder Patterns. *U.S. Government Printing Office, Circular of the National Bureau of Standards* 539, 26. <https://doi.org/10.1524/zkri.1970.131.1-6.159>
- Tian, J., Wong, K. K. Y., Ho, C., Lok, C., Yu, W., Che, C., ... Tam, P. K. H. (2007). Topical Delivery of Silver Nanoparticles Promotes Wound Healing, 129–136. <https://doi.org/10.1002/cmdc.200600171>
- Tippayawat, P., Phromviyo, N., Boueroy, P., & Chompoosor, A. (2016). Green synthesis of silver nanoparticles in aloe vera plant extract prepared by a hydrothermal method and their synergistic antibacterial activity. *PeerJ*, 4, e2589. <https://doi.org/10.7717/peerj.2589>
- Verma, A., & Mehata, M. S. (2016). Controllable synthesis of silver nanoparticles using Neem leaves and their antimicrobial activity. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 9(1), 109–115. <https://doi.org/10.1016/j.jrras.2015.11.001>