

SKRIPSI

**SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK (AgNPs) MENGGUNAKAN
EKSTRAK DAUN PUTAT (*Planchonia valida*) DAN UJI AKTIVITAS
ANTIBAKTERINYA TERHADAP BAKTERI *Escherichia coli* dan
*Staphylococcus aureus***

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



OLEH:

**TIARA NABILLA
08031381823059**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK (AgNPs) MENGGGUNAKAN EKSTRAK DAUN PUTAT(*Planchonia valida*) DAN UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERINYA TERHADAP BAKTERI *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*

SKRIPSI


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

Disusun oleh :

TIARA NABILLA
08031381823059

Indralaya, September 2022

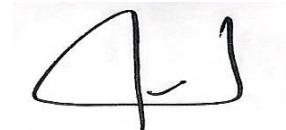
Pembimbing I



Dr. Eliza, M.Si

NIP. 196407291991022001

Pembimbing II



Dr. Desnelli, M.Si.

NIP. 196912251997022001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



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

NIP. 197111191997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Sintesis Nanopartikel Perak (AgNPs) Menggunakan Ekstrak Daun Putat (*Planchonia valida*) Dan Uji Aktivitas Antibakterinya Terhadap Bakteri *Escherichia coli* Dan *Staphylococcus aureus*” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada Tanggal 8 September 2022 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, September 2022

Ketua:

1. Widia Purwaningrum, M.Si

NIP. 197304031999032001

Sekretaris:

1. Fahma Riyanti, S.Si, M.Si

NIP. 197204082000032001

Pembimbing:

1. Dr. Eliza, M.Si

NIP. 196407291991022001

2. Dr. Desnelli, M.Si

NIP. 196912251997022001

Penguji:

1. Prof. Dr. Muharni, M.Si

NIP. 196903041994122001

2. Dr. rer. nat. Risfidian Mohadi, S.Si, M.Si


NIP. 197711272005011003

()

()

()

()

()

()

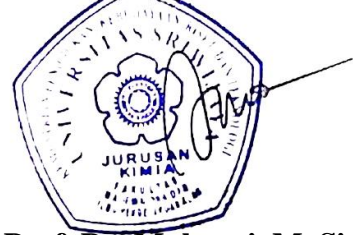
Mengetahui

Dekan FMIPA



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

Ketua Jurusan Kimia



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

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Tiara Nabilla

NIM : 08031381823059

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/ Kimia

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

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 19 September 2022



Tiara Nabilla

NIM. 08031381823059

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama Mahasiswa : Tiara Nabilla
NIM : 08031381823059
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “Sintesis Nanopartikel Perak (AgNPs) Menggunakan Ekstrak Daun Putat (*Planchonia valida*) Dan Uji Aktivitas Antibakterinya Terhadap Bakteri *Escherichia coli* Dan *Staphylococcus aureus*”. Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/formatkan, 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.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 19 September 2022

Yang Menyatakan



Tiara Nabilla

NIM 08031381823059

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Sesungguhnya urusan-Nya apabila Dia menghendaki sesuatu Dia hanya berkata padanya, “Jadilah!” Maka jadilah sesuatu itu. Sesungguhnya urusan-Nya menciptakan segala sesuatu sangatlah mudah bagi-Nya”
(QS. Yasin: 82).

“Wahai orang-orang yang beriman! Mohonlah pertolongan (kepada Allah) dengan sabar dan salat. Sungguh, Allah beserta orang-orang sabar”
(QS. Al- Baqarah: 153).

“When we turn worries into worship, through prayer, repentance and remembrance of Allah’s names, our awareness shifts from how big our problems are to how big our Lord is, and we feel peace”
(Secrets of Divine Love, page: 52).

Notes from Taya ❤️ :

*“Tentang menerima keadaan ...
Allah tidak pernah salah dalam menciptakan takdir dan tidak pernah keliru untuk memilih pundak siapa yang akan diberikan ujian
Sesulit apapun itu, tetaplal bersabar. Ajarilah hatimu agar bisa menerima keadaan tanpa membenci kenyataan”*

Skripsi ini sebagai bukti syukurku kepada:

**Allah SWT
Nabi Muhammad SAW**

Skripsi ini saya persembahkan untuk kedua orang tua tercinta dan adik-adikku yang selalu mensupport dalam keadaan sedih maupun senang dan dosen pembimbingku yang selalu membimbing, mengarahkan dan menasihati penulis disela-sela kesibukan beliau, serta keluarga besarku, sahabatku dan orang-orang yang pernah hadir dalam hidupku yang membuatku menjadi lebih dewasa dan mengerti arti hidup, serta Almamater tercinta.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur hanyalah saya panjatkan kepada Allah SWT, kita memujinya, memohon ampunan dan meminta pertolongan kepada-Nya. Tidak lupa sholawat serta salam kepada Nabi Muhammad SAW yang senantiasa menjadi sumber inspirasi dan teladan terbaik untuk umat manusia yang telah membuat kita mengenal nikmat islam dan ilmu pengetahuan seperti saat ini. Atas berkat dan rahmatNya akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul: “Sintesis Nanopartikel Perak (AgNPs) Menggunakan Ekstrak Daun Putat (*Planchonia valida*) Dan Uji Aktivitas Antibakterinya 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.

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

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada:

- Bapak Prof. Hermansyah, Ph.D selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya
- Ibu Prof. Dr. Muharni, M.Si selaku ketua jurusan kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
- Ibu Dr. Eliza, M.Si selaku dosen pembimbing akademik maupun pembimbing tugas akhir saya, dari lubuk hati saya yang paling dalam saya ucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada ibu Eliza yang telah membimbing, membantu, memberi petunjuk, nasihat-nasihat dan saran kepada saya selama saya menempuh pendidikan S1 ini, berawal dari ibu nunjuk Tiara maju ke depan ketika PK2 Kimia 2018 dan berakhir menjadi dosen pembimbing PA sekaligus TA Tiara, berkat ibu Tiara bisa lanjut

kuliah sampai bisa menyelesaikan skripsi ini, kalau semester 2 dulu ibu tidak membantu Tiara mungkin Tiara tidak akan sampai ke tahap ini, semoga Allah SWT membalas semua kebaikan ibu, dilimpahkan rezekinya, diberi kesehatan selalu, bahagia selalu, senantiasa selalu diberi ketenangan hati dan sukses di dunia dan di akhirat.

- Ibu Dr. Desnelli, M.Si selaku dosen pembimbing 2 tugas akhir saya, saya mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada ibu yang telah banyak membantu Tiara, membimbing Tiara, memberi saran dan petunjuk, semoga Allah SWT membalas semua kebaikan ibu, dilimpahkan rezekinya, diberi kesehatan selalu, bahagia selalu, senantiasa selalu diberi ketenangan hati dan sukses di dunia dan di akhirat.
- Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si selaku sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya. Terima kasih atas segala kebaikan Bapak selama ini.
- Ibu Prof. Dr. Muharni, M.Si, Bapak Dr.rer.nat. Risfidian Mohadi, S.Si, M.Si, Ibu Widia Purwaningrum, M.Si dan Ibu Fahma Riyanti, M.Si selaku Dosen Penguji Seminar Hasil dan Sidang Sarjana yang turut andil memberikan masukan, kritik, dan saran yang membangun dalam penulisan skripsi serta persiapan menuju sarjana kimia.
- Seluruh Dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya, penulis mengucapkan terimakasih yang telah memberikan ilmu pengetahuan, mendidik dan membimbing selama perkuliahan.
- Keluargaku Mama dan Papa, Adek Kenta, Adek Kiara terimakasih atas semua pengorbanan kalian, terimakasih sudah sabar, terimakasih atas semua dukungan hingga bisa mengantarkan penulis di tahap ini, menjadi seorang sarjana pertama di keluarga kita, terutama mama dan papa, di saat orang tidur mama papa sudah bangun mencari rezeki untuk kami, untuk pendidikan kami agar kami bisa menjadi orang yang sukses, teruntuk mama makasi atas semua doa dan support mama, makasih mama sudah menjadi tempat tiara cerita baik soal kuliah, cinta, dan cita, terimakasih mama atas semua pengorbanan dan perjuangan mama, makasi mama tidak pernah merendahkan mbak ya di setiap kegagalan mbak ya, papa makasih atas semua perjuangannya bangun jam 1 pagi demi mencari rezeki untuk mbak

dan adek-adek, walaupun masa mbak kuliah ini ekonomi kita sedang terpuruk-puruknya Alhamdulillah mbak Ya selalu merasa cukup dengan uang yang terbatas itu dan semoga ini bisa menjadi pintu gerbang kesuksesan anak-anak mama papa, semoga semua pengorbanan, doa. Air mata mama papa dan kita semua akan diganti dengan kebaikan, berkah dan ridho dari Allah SWT, teruntuk adek Kenta dan Adek Kiara makasih sudah menjadi penguat Mbak Ya dalam melewati semua rintangan selama perkuliahan ini, kalian adalah alasan Mbak Ya untuk selalu berjuang. Semoga Allah meridhoi perjuangan kita ya Ma, Pa, Dek.

- Teruntuk orang-orang baik yang mensupport Tiara dalam berkuliah ini, baik segi moril dan materiil, yang mau membantu disaat Keluarga Tiara lagi kesusahan, Om Juni Ansyah (Om Jon), Om Pilon, Pakde Kumis, Wak Ita dan keluarga, Tante Revi, Tante Eva, dan semua orang yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, terimakasih atas semua kebaikannya, semoga Allah selalu melindungi kita semua dan selalu dilancarkan rezekinya dan selalu diberi kesehatan.
- Wak Yosi, Yuk Yossie, Kak Rommie, Yuk Meita, Yuk Meity, Wak Ani dan wak Mustofa, Yuk Rekha, Kak Yano, Fatia, Adek Abhip, Abang Raihan, Ayuk Hanin princess, Adek Asha hello kittin, mama papa kak rommie, penulis mengucapkan terimakasih sebanyak-banyaknya atas semua kebaikan, support moral maupun materiil kepada penulis dan selalu mendukung dan mendoakan penulis, dan membolehkan penulis untuk tinggal dirumah kak rommie dan yuk yossie selama beberapa semester, semoga semua kebaikan dibalas Allah SWT dan selalu dilancarkan rezekinya dan selalu diberi kesehatan.
- Keluarga besar H. Komar yang senantiasa selalu mensupport dan mendoakan di setiap langkah penulis.
- Keluarga besar Suparno Saptodihardjo yang senantiasa selalu mensupport dan mendoakan di setiap langkah penulis.
- Kakek (Alm. H. Komar BA), nenek (almrh. Hj. Djariyah), mbah uti (almrh. Hj. Wakiah) dan mbah kakung (alm. Suparno Saptodihardjo) yang menjadi alasan penulis untuk selalu semangat dalam meraih cita-cita dan

menuntaskan amanah ini, semoga Allah lapangkan kuburnya, kakek, nenek. Mbah uti, mbah kakung “I did it!!!”, seandainya aku bisa ngomong itu depan kalian dan melihat kalian tersenyum melihatku memakai toga hehehe.

- Siti Solecha dan Sukma Darajah aku bangga banget bisa kenal dan satu TA sama kalian, I’ve learned so much from them tentang arti hidup, terimakasih untuk tidak pernah nyerah, terimakasih karena sudah mau saling nguatin satu sama lain di gempuran orang-orang bilang kalo “TA organic itu susah”, makasi untuk setiap air mata kito yg jatuh Bersama karena overthinking takut dak lulus tepat waktu, and yup here we are we can reach the finish guys :”), semoga sukses selalu guys, ditunggu cerita selanjutnya, love ypu guys.
- Restri Diah Carissa my bestie, terimakasih res sudah mau temenan sama aku dari awal pk2 kita kenal sampe akhirnya dah mau wisuda kita tetep bareng, makasi karena sudah mau jadi tempat pulang aku, tempat curhat selama perkuliahan ini, makasi atas semua cerita di masa kuliah ini, makasi sudah jadi bagian cerita hidup aku pokoknya makasi dak bisa aku jelasin dengan kata-kata intinyo aku bersyukur nian bisa kenal sama yu dan menjadi saudari yu, semoga kita jadi orang yang sukses, mari temenan sampe jadi nenek nenek. Love you res, ga boleh sedih-sedih lagi.
- Sicho, Balqis, cece Irene terimakasih banyakk kalian sudah mau temenan sama aku, makasi sudah jadi pelepas stress dan penat selama perkuliahan duniawi ini huhu, makasi sudah jadi bagian cerita hidup aku guys, sayang nian sama kalian banyak-banyak, teruntuk cece irene makasiiii animenyo hahaha. Semoga kita sukses kedepannya ya guys huhu sedih.
- Vika, nurul, dinda ulandari, veron, salsa, nisa, nita, tias, anggung, dayah, rolis, mahdi, lidya, rafiud, Iqbal rifki, tiur, metha, Sandra saputra, ulfa, nadia, sri, cici, bening, reza, fira, guys teman lembur ngelabor gw ya Allah, makasi sudah jadi bagian cerita hidup aku guys, alhamdulillah lembur kita berbuah hasil yang manis, cerita ngelembur penelitian bakal dak pernah lupa si, makasi atas semua memori indah, pahit, asin, asem, manisnya guys sukses untuk kita semua.
- Manusia tersayang aku mbak carin, fia, via, Nabilla fia, makasi guys sudah

mau berbagi suka dan duka sama aku, makasi mau temenan sama aku, menampung akuu ketika di layo, makasi atas semua kebaikan kalian, makasih sudah menjadi penghibur dikala lara dan stress melanda, sayang sekali sama kalian, semoga kita semua sukses aamiin, love you so much.

- Brother, sisterku Kentut Andalan (Afif, Sahrul, Awe, Nikea, Candra, Eko, Ikki, Dinta, Gesta, ayuk Zizah, Candra, Alfina, Siti Solecha, Restrucu) makasii guys udah jadi bagian cerita hidup aku, sebagai tempat berbagi suka dan duka selama kuliah sekaligus tempat menghilangkan penat. Kapan-kapan main werewolf, uno, sambil bakar-bakar lagi ya? hehe. Sukses guys!!!!
- Manusia tersungkur (Jeni, Rahma, Raisha, Restri) guysss makasi udah jadi tempat berbagi suka dan duka selama kuliah waktu awal maba dulu dan menjadi jamet bareng hahahha, makasi udah bagian cerita hidup aku, ya walaupun ujung-ujung semester kita jarang komunikasi gara-gara sibuk focus sama TA nya masing-masing but it's okey, seneng banget bisa bagi kegilaan, haru, suka dll sama kalian, ayokla kapan-kapan nongki lagi, main bareng lagi, boti lagi hahahha, miss you so much guys, I hope kita jadi orang sukses semua aamiiin. Love you so much jamet-jametku,
- Kimia 2018 Terimakasih banyak telah berbagi suka dan duka selama perkuliahan, canda tawa bersama kalian, praktikum, kuliah bersama ada banyak hal yang kudapatkan dan menjadi warna dalam kehidupan kampusku. Mohon maaf bila penulis pernah salah kata atau melakukan kesalahan/perbuatan yang tidak mengenakan, see u on top guys!
- Kak apres, kak nurul khairani, kak sarah, kak jefri, kak andi, kak mellani, kak getari, kak erna, kak fella, kak vadia dan kak Daniel, kak Gelby, kak Nabilla, kak cibe, terimakasih atas semua bantuan dan bimbingan dan juga ilmunya kakak semuanya, semoga kakak-kakak semua jadi orang yang sukses aamiin.
- Kakak tingkat kimia 2014, kimia 2015, kimia 2016, kimia 2017 semuanya terimakasih atas semua bimbingan dan nasihatnya selama perkuliahan ini.
- Adek-adekku Annisah Falihah, Nike, Fahri, Bagus, Mukhlisin, Adit, Kelly, Agung, Lidia, Dhea, Fitri, Rizna, Yati, Afif, Ami, Sari, Vania, Syakila,

Moli, Kevin, Elsha, Aan, Gilang, Hanif, Ajeng, Olga, Adel dan seluruh adik-adikku kimia 2019, kimia 2020, kimia 2021 semangat kuliahnya, semoga sukses untuk kita semua.

- Manusia-manusia grup sehari (Esty, ferdian, yesi, okta, reresjok, havis, tritum, Virani, rahandi) makasii sudah menjadi tempat berbagi suka dan duka, dan teman ngetrip akuu di lahat, sukses untuk kita semua guys, kuyla agendakan rencana liburan selanjutnya hihhi.
- Rahma Adellia, Pira, Adin, Merlin, Tia, Ari, kak redho makasi sudah mau mendengarkan curhatku guys, makasi sudah mau jadi temen aku, makasi sudah mau berbagi cerita sama aku, makasi sudah membantu aku dikala sulit, lopyu guys, sukses untuk kita semua.
- Kosan Kak Fidel Squad (Rinta, Tiara, Wicke and the boys kosan belakang haha) makasii ya guys udah banyak bantu mbak selama di kosan lamaa, sayang kali mbak sama kalian geng baturaja ini, sukses guys semoga lancer kuliahnya.
- Temen-temen bimbel online aku yang jauh di mana-mana Vina, Dwi, Tanta, Afifah, Koko Crunch, Ayu, Riska bella, puja, putri, alifia, guys makasi atas semua ceritanya, semoga kita bisa ketemu ya nanti.
- Temen-temen KKN Desa Muara Dua (Indah, Tri, Iyus, Junanda, Nadia, Arip) makasi guys atas kenangan indahnyanya dan makasi atas supportnya, sayang kalian banget.
- Staff Analis Laboratorium (Yuk Nur, Yuk Niar dan Yuk Yanti) yang telah banyak berjasa dalam kelengkapan alat dan bahan selama Penulis melakukan penelitian dan membantu dalam melakukan pengujian.
- Staff TU Jurusan Kimia Mbak Novi dan Kak Chosi'in yang membantu dalam menyelesaikan administrasi selama perkuliahan, penjadwalan serta pemberkasan.
- Terakhir saya ucapkan terima kasih kepada diri sendiri yang tetap bertahan di masa-masa sulit, yang selalu mencoba untuk bangkit dari keterpurukan meski sudah jatuh berkali-kali. Terimakasih karena tidak menyerah, I'm so proud of you "Tiara Nabilla" kamu keren, walaupun banyak yang bikin nangis, kecewa tapi kamu tetep bertahan, semangat untuk diriku karena

jalan di depan masih panjang, dan remember tir “*you deserve all of happiness in your life*”

- Dan terimakasih kepada siapapun telah mengukir cerita dalam hidup dan memberi pembelajaran hidup yang berarti dan membuatku lebih dewasa seiring waktu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih.

Indralaya, September 2022

Penulis

SUMMARY

SYNTHESIS OF SILVER NANOPARTICLES USING LEAF EXTRACTS OF PUTAT (*Planchonia valida*) and ACTIVITY TESTS ON BACTERIA *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*

Tiara Nabilla: Supervised by Dr. Eliza, M.Si and Dr. Desnelli, M.Si

Chemistry Department, Faculty Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University

xxii + 75 pages, 22 pictures, 9 attachments, 15 tables

Currently, silver nanoparticles have received much attention from researchers due to their good chemical stability, small particle size and good antibacterial properties. Therefore, this study aims to synthesize silver nanoparticles with an environmentally friendly approach using the Putat plant extract (*Planchonia valida*).

The research was started by looking at the ability of Putat (*P. valida*) leaf extract to reduce Ag^+ to Ag^0 by mixing the extract with AgNO_3 solution and then observing the color change. The change in the color of the extract which was originally yellow then gradually changed to brownish red at an interval of 96 hours proves that there has been a process of reducing Ag^+ ions to Ag^0 ions. Observations are also supported by the UV-Vis absorption spectrum that appears in the region of the maximum wavelength of 400-480 nm, namely 421 nm, which is the typical absorption region of surface plasmon resonance silver nanoparticles.

Optimization was carried out by varying the extract volume (4, 6, 8, 10 mL) and heating temperature (25, 40, 60, 80°C). The optimum conditions obtained were at an extract volume of 8 mL and a heating temperature of 60°C and a synthesis time of 96 hours and the maximum wavelength absorption was 421 nm with an absorbance of 0,755. Further characterization was carried out at optimum conditions using XRD and FTIR. The results of the XRD diffractogram of silver nanoparticles from Putat (*P. valida*) leaf extract showed a typical 2θ angle of silver nanoparticles, namely 38.32°, 44.00°, 64.59°, 77.32° which correspond to the respective crystal planes (111), (200), (220), and (311) which is in accordance with JCPDS data No. 04-0783 and face centered cubic (FCC) crystal structure which strengthens the formation of silver nanoparticles. The average crystal size of silver nanoparticles calculated by the Debye-Scherrer equation was obtained at 8.7627 nm. FTIR characterization showed that the C=O functional group turned into a carboxylate ion and the presence of a capping agent on silver nanoparticles. Antibacterial activity of silver nanoparticles at optimum conditions showed that AgNPs of Putat leaf extract had antibacterial abilities which tended to be the same, namely in the medium category with an average diameter of the clear zone shown in *S. aureus* of 10.03 mm and in *E. coli* bacteria of 10.29 mm.

Keywords: silver nanoparticles, putat leaf (*P. valida*), *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*.

Citations: 93 (1982-2022)

RINGKASAN

SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK (AgNPs) MENGGUNAKAN EKSTRAK DAUN PUTAT (*Planchonia valida*) DAN UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERINYA TERHADAP BAKTERI *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*

Tiara Nabilla: dibimbing oleh Dr. Eliza, M.Si dan Dr. Desneli, M.Si.

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

xxii + 75 halaman, 22 gambar, 9 lampiran, 15 tabel

Nanopartikel perak saat ini banyak menjadi perhatian peneliti dikarenakan sifat stabilitas kimia yang baik, ukuran partikel yang kecil serta sifat antibakteri yang baik. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mensintesis nanopartikel perak dengan pendekatan yang ramah lingkungan menggunakan ekstrak tumbuhan Putat (*Planchonia valida*).

Penelitian diawali dengan melihat kemampuan ekstrak daun Putat (*P. valida*) mereduksi Ag^+ menjadi Ag^0 dengan mencampurkan ekstrak dengan larutan AgNO_3 dan kemudian diamati perubahan warna terjadi. Adanya perubahan warna ekstrak yang semula kuning kemudian secara bertahap berubah menjadi merah kecoklatan pada selang waktu 96 jam membuktikan telah terjadi proses reduksi ion Ag^+ menjadi ion Ag^0 . Pengamatan juga didukung oleh serapan spektrum UV-Vis yang muncul pada daerah panjang gelombang maksimum 400-480 nm yaitu 421 nm yang merupakan daerah serapan khas *surface plasmon resonance* nanopartikel perak.

Optimalisasi dilakukan dengan memvariasikan volume ekstrak (4, 6, 8, 10 mL) dan temperatur pemanasan (25, 40, 60, 80°C). Kondisi optimum yang diperoleh yaitu pada volume ekstrak 8 mL dan temperatur pemanasan 60°C dan lama sintesis 96 jam dan diperoleh serapan panjang gelombang maksimum 421 nm dengan absorbansi 0,755. Karakterisasi lebih lanjut dilakukan pada kondisi optimum menggunakan XRD dan FTIR. Hasil difraktogram XRD nanopartikel perak ekstrak daun Putat (*P. valida*) menunjukkan sudut 2θ khas nanopartikel perak yaitu 38,32°, 44,00°, 64,59°, 77,32° yang sesuai dengan bidang kristal masing-masing (111), (200), (220), dan (311) yang sesuai dengan data JCPDS No. 04-0783 dan struktur kristal berbentuk *face centered cubic* (FCC) yang memperkuat terbentuknya nanopartikel perak. Ukuran kristal rata-rata nanopartikel perak dihitung dengan persamaan Debye-Scherrer diperoleh sebesar 8,7627 nm. Karakterisasi FTIR memperlihatkan gugus fungsi C=O berubah menjadi ion karboksilat dan adanya *capping agent* pada nanopartikel perak. Aktivitas antibakteri nanopartikel perak pada kondisi optimum menunjukkan bahwa AgNPs ekstrak daun Putat mempunyai kemampuan antibakteri yang cenderung sama yaitu dalam kategori sedang dengan diameter rata-rata zona bening yang ditunjukkan pada *S.aureus* sebesar 10,03 mm dan pada bakteri *E.coli* sebesar 10,29 mm.

Kata Kunci: Nanopartikel perak, daun putat (*P. valida*), *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*

Kutipan: 93 (1982-2022)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
SUMMARY	xiv
RINGKASAN	xv
DAFTAR ISI.....	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxi
DAFTAR TABEL	xxii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Tumbuhan Putat (<i>Planchonia valida</i>).....	4
2.2 Skrining Fitokimia.....	5
2.3 Kandungan Kimia Tumbuhan <i>Planchonia sp.</i>	6
2.4 Nanopartikel Perak	7
2.5 Sintesis Nanopartikel Perak (AgNPs).....	8
2.6 Karakterisasi Nanopartikel Perak	10
2.6.1 Spektrofotometer UV-Vis.....	10
2.6.2 X-Ray Diffraction (XRD).....	11
2.6.3 Spektrofotometer Fourier Transform Infra Red (FTIR)	13
2.7 Uji Aktivitas Antibakteri	14

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	17
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	17
3.2.1 Alat Penelitian	17
3.2.2 Bahan Penelitian.....	17
3.3 Prosedur Penelitian	18
3.3.1 Pengumpulan dan Preparasi Sampel	18
3.3.2 Uji Fitokimia	18
3.3.3 Preparasi Ekstrak Sampel.....	19
3.3.4 Pembuatan Larutan AgNO ₃	19
3.3.5 Uji Pendahuluan.....	19
3.3.6 Menentukan Kondisi Optimum Nanopartikel Perak.....	20
3.4 Karakterisasi Nanopartikel Perak	21
3.4.1 Spektrofotometer UV-Vis.....	21
3.4.2 X-Ray Diffraction (XRD).....	21
3.4.3 Fourier Transform Infrared (FTIR)	21
3.5 Preparasi Uji Antibakteri	21
3.5.1 Sterilisasi Alat dan Bahan.....	21
3.5.2 Pembuatan Medium Agar Miring NA (Nutrient Agar).....	22
3.5.3 Pembuatan Medium Nutrient Broth (NB).....	22
3.5.4 Peremajaan Bakteri	22
3.5.5 Inokulasi Bakteri	22
3.5.6 Pengujian Aktivitas Antibakteri.....	22
3.6 Analisa Data.....	23
3.6.1 Sintesis nanopartikel perak	23
3.6.2 Penentuan kondisi optimum dan Karakterisasi nanopartikel perak	23
3.7 Uji Antibakteri	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1 Kandungan Kimia Daun <i>Planchonia valida</i>	26
4.2 Sintesis Nanopartikel Perak (AgNPs)	30
4.3 Optimasi Sintesis Nanopartikel Perak Dengan Variasi Penambahan	

Volume Ekstrak dan Variasi Temperatur	34
4.3.1 Variasi Penambahan Volume Ekstrak	34
4.3.2 Variasi Temperatur	36
4.4 Karakterisasi Nanopartikel Perak.....	38
4.4.1 XRD (X- Ray Diffraction)	38
4.4.2 FTIR (<i>Fourier Transform Infrared</i>)	41
4.5 Uji Aktivitas Antibakteri AgNPs Ekstrak Daun <i>P. valida</i>	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	58
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	70

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Tumbuhan Putat (<i>P. valida</i>) (a) daun (b) batang (c) bunga (d) buah (e) daun muda.....	4
Gambar 2. Kerangka Triterpenoid Senyawa Tumbuhan <i>P. careya</i> : (a) oleanane (b) olean-12- ene (c) ursane (d) urs-12-ene	6
Gambar 3. Identifikasi Flavonoid Dengan HCl+Logam Mg (Ergina dkk, 2014).....	26
Gambar 4. Identifikasi Flavonoid dengan NaOH (Mulyani dan Laksana, 2011).....	27
Gambar 5. Hasil Skrining Fitokimia Daun Putat (<i>P. valida</i>) Terhadap Flavonoid.. ..	27
Gambar 6. Identifikasi Alkaloid Untuk Uji Mayer (Parbuntari dkk, 2018).....	27
Gambar 7. Identifikasi Alkaloid Dengan Uji Wagner (Parbuntari dkk, 2018).....	28
Gambar 8. Identifikasi Alkaloid Dengan Uji Dragendorf (Parbuntari dkk, 2018).....	28
Gambar 9. Hasil Skrining Fitokimia Daun Putat (<i>P. valida</i>) Terhadap Alkaloid.	28
Gambar 10. Identifikasi Steroid (Parbuntari dkk, 2018).. ..	29
Gambar 11. Hasil Skrining Fitokimia Daun Putat (<i>P. valida</i>) Terhadap: (a) terpenoid (b) steroid.....	29
Gambar 12. Reaksi Hidrolisis Saponin Dalam Air.....	30
Gambar 13. Hasil Skrining Fitokimia Daun Putat (<i>P. valida</i>) Terhadap Saponin	30
Gambar 14. Ekstrak Daun Putat (<i>P. valida</i>).....	30
Gambar 15. Perubahan Warna AgNPs Ekstrak Daun <i>Planchonia valida</i>	31
Gambar 16. Spektrum UV-Vis Larutan AgNO ₃ 1 mM, Ekstrak Daun Putat (<i>P. valida</i>) dan AgNPs Ekstrak Daun Putat (<i>P. valida</i>).....	32.
Gambar 17. Kurva Pembentukan Nanopartikel Perak Daun <i>P. valida</i>	33
Gambar 18. Kurva Pembentukan Nanopartikel Perak Variasi Volume	

Ekstrak Daun <i>P. valida</i> Pada Pengukuran hari ke-4.....	35
Gambar 19. Kurva Pembentukan Nanopartikel Perak Ekstrak Daun <i>P. valida</i> Variasi Temperatur Pada Pengukuran hari ke-4.....	37
Gambar 20. Hasil Difraktogram XRD AgNPs Ekstrak Daun <i>P. valida</i>	39
Gambar 21. Spektrum FTIR Ekstrak daun <i>P. valida</i> dan AgNP hasil sintesis dari ekstrak daun <i>P. valida</i>	42
Gambar 22. Hasil Uji Aktivitas pada Bakteri (a) <i>Escherichia coli</i> (b) <i>Staphylococcus aureus</i>	44

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Diagram Alir Prosedur Penelitian	59
Lampiran 2. Data Pembentukan Nanopartikel Perak dari Reduksi Ekstrak Daun <i>Planchonia valida</i> Diukur dengan Spektrofotometer Uv-Vis.....	60
Lampiran 3. Difraktogram Hasil Analisis XRD Nanopartikel Perak dari Ekstrak Daun <i>P. valida</i>	61
Lampiran 4. Data JCPDS Ag	62
Lampiran 5. Data Perhitungan Ukuran Kristal Nanopartikel Perak Ekstrak Daun <i>P. valida</i>	63
Lampiran 6. Spektra FTIR Nanopartikel Perak dari Ekstrak Daun <i>Planchonia valida</i>	64
Lampiran 7. Spektra FT-IR Nanopartikel Perak dari AgNPs Daun <i>Planchonia valida</i>	65
Lampiran 8. Data Hasil Uji Antibakteri Nanopartikel Perak dari Ekstrak Daun <i>Planchonia valida</i> Dengan Metode Cakram.....	66
Lampiran 9. Dokumentasi Penelitian.....	67

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Daftar bilangan gelombang dari berbagai jenis ikatan (Fessenden dan Fessenden, 1982)	14
Tabel 2. Daftar struktur kristal.....	24
Tabel 3. Daftar kemampuan antibakteri (Linggah dkk, 2015)	25
Tabel 4. Hasil Skrining Fitokimia Daun <i>P. Valid</i>	26
Tabel 5. Serapan UV-Vis Pembentukan Nanopartikel Perak.....	32
Tabel 6. Data absorbansi dan panjang gelombang maksimum AgNPs daun <i>P. valida</i>	33
Tabel 7. Data absorbansi dan panjang gelombang maksimum nanopartikel perak variasi penambahan volume ekstrak daun <i>P. valida</i> pada pengukuran hari ke-4.....	35
Tabel 8. Data absorbansi dan panjang gelombang maksimum nanopartikel perak ekstrak daun <i>P. valida</i> variasi temperatur pada pengukuran hari ke-4.....	37
Tabel 9. Perbandingan sudut difraksi 2θ dari nanopartikel perak daun <i>P. valida</i> dengan sudut difraksi 2θ database <i>Joint Commite On Powder Diffraction Standars</i> (JCPDS No. 04-0783)	39
Tabel 10. Data ukuran kristal rata-rata nanopartikel perak daun <i>P. valida</i>	40
Tabel 11. Rangkuman data analisis difraktogram AgNPs ekstrak daun <i>P. valida</i>	40
Tabel 12. Penentuan Struktur Kristal (Khosi'atun, 2016).....	41
Tabel 13. Hasil analisis gugus fungsi ekstrak daun <i>P. valida</i> dan AgNP hasil sintesis dari ekstrak daun <i>P. valida</i>	42
Tabel 14. Data diameter zona hambat pada bakteri <i>S. aureus</i> dan <i>E. coli</i>	44
Tabel 15. Kemampuan nanopartikel perak ekstrak daun <i>P. valida</i> dalam menghambat bakteri <i>E. coli</i> dan <i>S. aureus</i>	46

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nanopartikel memiliki aplikasi yang luas dalam berbagai bidang penelitian sehingga banyak peneliti yang fokus melakukan pengembangan produk nanoteknologi pada era *modern* ini (Sharma *et al.*, 2014). Nanopartikel perak merupakan salah satu nanopartikel yang paling diminati oleh para peneliti karena stabilitas kimianya yang stabil, ukuran partikelnya yang kecil dari 1 sampai 100 nm, dan aktivitas antimikrobanya yang baik (Sivakumar, 2021). Sifat-sifat ini membuat nanopartikel perak dapat diterapkan secara luas di berbagai produk seperti sampo, sabun, deterjen, kosmetik, pasta gigi, elektronik, medis, dan produk farmasi (Gul *et al.*, 2021).

Sintesis nanopartikel perak dapat dilakukan melalui tiga jenis metode yaitu metode kimia, fisika dan biologi. Metode sintesis nanopartikel perak secara kimia dan fisika ini kurang efektif. Metode fisika dinilai kurang efektif karena tingginya energi, suhu dan tekanan yang digunakan. Metode kimia juga dinilai kurang efektif karena menggunakan bahan kimia yang berbahaya bagi lingkungan sekitar dan harga bahan kimia yang digunakan tidak ekonomis. Oleh karena itulah peneliti beralih ke metode sintesis secara biologi dengan menggunakan ekstrak dari berbagai bagian tumbuhan sebagai senyawa reduktor ion perak, karena toksisitas yang rendah, biokompatibel, hemat biaya dan ramah lingkungan (Arif dan Uddin, 2020).

Tumbuhan mengandung senyawa metabolit sekunder yang berperan penting dalam mereduksi ion logam seperti senyawa flavonoid, alkaloid, tanin, saponin dan asam fenolik yang dapat mereduksi ion Ag^+ menjadi ion Ag^0 yang memiliki kadar toksisitas yang rendah (Bayani, 2016). Senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam suatu tanaman memiliki gugus fungsi yang dapat berperan sebagai suatu *capping agent*. Gugus fungsi ini berikatan dengan suatu logam membentuk lapisan yang melapisi nanopartikel agar nanopartikel terhindar dari aglomerasi sehingga dapat menjaga stabilitas nanopartikel. Gugus fungsi yang berperan sebagai suatu *capping agent* bagi nanopartikel adalah gugus hidroksi, karbonil dan amina (Azmath *et al.*, 2016). Penggunaan ekstrak tumbuhan untuk sintesis nanopartikel perak beserta bioaktivitasnya telah banyak dilaporkan, seperti yang dilaporkan Ruiz Baltazar *et al.*

(2017) bahwa nanopartikel perak dari ekstrak daun kacang hijau (*Vigna radiata*) dengan konsentrasi 2700 ppm menghasilkan zona hambat sebesar 11 mm pada bakteri *Staphylococcus aureus* dan pada bakteri *Escherichia coli* menghasilkan zona hambat sebesar 12 mm. Maity *et al.* (2020) juga melaporkan adanya aktivitas antibakteri pada AgNP daun sambiloto (*Kalmegh*) pada konsentrasi 50 ppm menghasilkan zona hambat sebesar 12,06 mm pada bakteri *Streptococcus pneumoniae*.

Tumbuhan putat (*Planchonia valida*) tergolong ke dalam famili *Lecythidaceae*. Tumbuhan ini ditemukan di hutan Malaysia, Sumatera, Kalimantan, Jawa, Sulawesi dan Bali. Bagian dari tumbuhan *P. valida* yang sering digunakan sebagai obat adalah bagian daunnya. Secara tradisional bagian daun tumbuhan *P. valida* banyak digunakan sebagai obat penyakit kulit, sebagai campuran air mandi pasca melahirkan, campuran bedak dingin yang berfungsi untuk melindungi kulit dari paparan sinar matahari dan dapat menghilangkan flek-flek hitam di wajah (Supriningrum dkk, 2019). Berdasarkan laporan Supriningrum dkk (2019) dilaporkan bahwa daun tumbuhan *P. valida* ini mengandung senyawa metabolit sekunder golongan flavonoid, saponin, alkaloid, tanin dan steroid.

Berdasarkan studi literatur, pada tumbuhan *planchonia* terdapat kandungan senyawa yang berpotensi sebagai reduktor dalam pembuatan nanopartikel perak. Sementara itu, penelitian atau informasi mengenai nanopartikel perak dari tumbuhan *P. valida* belum pernah dilaporkan bahkan yang meneliti isolasi senyawa metabolit tumbuhan *P. valida* juga masih sedikit. Oleh karena itu, penulis tertarik melakukan penelitian tentang sintesis nanopartikel perak dengan ekstrak daun tumbuhan *P. valida*, serta uji aktivitas antibakteri nanopartikel tumbuhan *P. valida* terhadap bakteri *S. aureus* dan *E. coli*. Penelitian sintesis nanopartikel ini dilakukan dengan memvariasikan volume ekstrak daun *P. valida* dan temperatur pemanasannya dan mengkarakterisasinya dengan spektrofotometer UV-Vis, XRD dan FTIR.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang mendasari penelitian ini diantaranya:

1. Bagaimana profil kandungan fitokimia dari ekstrak daun *P. valida*?
2. Apakah ekstrak dari daun *P. valida* dapat mereduksi Ag^+ menjadi nanopartikel perak ?

3. Bagaimana kondisi optimum pada sintesis nanopartikel perak dari ekstrak daun *P. valida* dan AgNO₃ ditinjau dari variasi penambahan volume ekstrak dan variasi temperatur pemanasan?
4. Bagaimana karakteristik dari nanopartikel perak dengan ekstrak daun *P. valida*?
5. Bagaimana aktivitas antibakteri dari nanopartikel perak yang disintesis dari ekstrak daun *P. valida* dan AgNO₃ terhadap gram negatif *E. coli* dan bakteri gram positif *S. aureus* ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan profil fitokimia dari daun *P. valida* dengan menggunakan pereaksi spesifik masing-masing golongan senyawa.
2. Menguji kemampuan ekstrak daun *P. valida* dalam mereduksi AgNO₃ menjadi nanopartikel perak.
3. Menentukan kondisi optimum dari pembuatan nanopartikel perak dari ekstrak daun *P. valida* dengan memvariasikan volume ekstrak dan temperatur pemanasan yang dimonitoring menggunakan spektrofotometer UV-Vis.
4. Mengkarakterisasi nanopartikel perak yang diperoleh pada kondisi optimum dengan menggunakan instrumen spektrofotometer UV-Vis, XRD dan FTIR.
5. Menentukan aktivitas antibakteri AgNP yang disintesis dari ekstrak daun *P. valida* pada kondisi optimum terhadap gram negatif *E. coli* dan bakteri gram positif *S. aureus*.

1.4 Manfaat Penelitian

Melalui penelitian ini dapat diketahui proses sintesis dan hasil nanopartikel perak yang disintesis dengan ekstrak daun *P. valida* dan karakterisasi dari nanopartikel perak daun *P. valida* yang terbentuk berdasarkan hasil uji UV-Vis, XRD dan FTIR beserta aktivitas antibakteri dari nanopartikel perak ekstrak daun *P. valida* yang terbentuk. Selanjutnya informasi dari hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai informasi lebih lanjut mengenai penelitian di bidang nanopartikel perak menggunakan ekstrak dari tumbuhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, S., Ahmad, M., Swami, B. L., and Ikram, S. 2016. A Review on Plants Extract Mediated Synthesis of Silver Nanoparticles For Antimicrobial Applications: A Green Expertise. *Journal of Advanced Research*. 7: 17- 28.
- Anandalakshmi, K., Venugobal, J., and Ramasamy, V. 2016. Characterization of Silver Nanoparticles by Green Synthesis Method Using *Petalium murex* Leaf Extract and Their Antibacterial Activity. *Appl Nanosci*. 6:399-408.
- Arif, R. and Uddin, R. 2020. A Review On Recent Developments In The Biosynthesis Of Silver Nanoparticles And Its Biomedical Applications. *Journal Med Devices Sens*. 1(1): 1-20.
- Arifin, H., N., R., Ninggsih, A. A., Fitriyaningsih., and Hakim, A. 2013. Antibacterial Activity Test Sea Cucumber Extract (*Holothuria scabra*) Sidayu Coast Gresik Using Disk Diffusion Method. *Alchemy*. 2(2): 101-149.
- Ariyanta, H. A. 2014. Preparasi Nanopartikel Perak Dengan Metode Reduksi Dan Aplikasinya Sebagai Antibakteri Penyebab Luka Infeksi. *Jurnal MKMI*. 36-42.
- Azmath, P., Baker, S., Rakshith, D., and Satish, S. 2016. Mycosynthesis Of Silver Nanoparticles Bearing Antibacterial Activity. *Saudi Pharmaceutical Journal*. 24(2): 140–146.
- 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*. 104: 276-283.
- Bayani, F. 2016. Uji Aktivitas Antioksidan dari Ekstrak Buah Sentul (*Sandoricum koetjape Merr.*). *Jurnal Pengkajian Ilmu dan Pembelajaran Matematikadan IPA IKIP Mataram*. 4(2): 47-54.
- Bere, M., L., Sibarani, J. dan Manurung, M. 2019. Sintesis Nanopartikel Perak (AgNPs) Menggunakan Ekstrak Air Daun Kemangi (*Ocimum Sanctum Linn.*) dan Aplikasinya Dalam Fotodegradasi Zat Warna Metilen Biru. *Indonesian E-journal of Applied Chemistry*. 7(2): 155-164.
- 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.
- Chakraborty, D., S. 2016. Instrumentation of FTIR and Its Herbal Applications. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 5(3): 498- 505.

- Chandra, Vinay, D., Abhimanyu K. J, Kumar S. 2011. Detection of Antimicrobial Activity of *Oscimum sanctum* (Tulsi) and *Trigonella foenum graecum* (Methi) Against Some Selected Bacterial and Fungial Strains. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2(4): 809.
- 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.
- 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*. 11(40): 1-14.
- 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*. 5(4): 357- 362.
- Dwandar, W. S. B. 2012. *Aplikasi Nanosains Dalam Berbagai Bidang Kehidupan : Nanoteknologi*. Artikel Seminar Regional Nanoteknologi. Yogyakarta.
- 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*. 3: 135-140.
- Ergina, Nuryanti, S. dan Pursitasari, I., D. 2014. Uji Kualitatif Senyawa Metabolit Sekunder Pada Daun Palado (*Agave angustifolia*) yang Diekstraksi Dengan Pelarut Air dan Etanol. *Jurnal Akademika Kimia*. 3(3): 165-172.
- Fabbiani, V., A., Silvia, D., Liyana, D. Dan Akbar, H. 2019. Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Pucuk Idat (*Cratoxylum Glaucum*) Melalui Iradiasi *Microwave* Serta Uji Aktivitasnya Sebagai Antibakteri. *Journal of Chem*. 4(2): 96-101.
- Fatimah, I. 2017. Synthesis of Metal and Metal Oxide Nanoparticles Using Plant Extract: a Review. *Jurnal Ilmu-Ilmu MIPA*. 66-85.
- Ferreira, E., L., F., Oliveira, J., P., C., Araujo, M., R., S., Rai, M. and Chaves, M., H. 2021. Phytochemical Profile And Ethnopharmacological Applications Of Lecythidaceae: An Overview. *Journal of Ethnopharmacology*. 274(114049): 1-22.
- Fessenden, R.J., dan Fessenden, J.S. 1982. *Kimia Organik Edisi Ketiga Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.

- 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. *CIBTech Journal Of Biotechnology*. 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 SiO₂-Ag Composite Powders. *Materials*. 11(80):1-17.
- Gul, A., Fozia, Shaheen, A., Ahmad, I., Khattak, B., Ahmad, M., Ullah, R., Bari, A., Ali, S., S., Alobaid, A., Asmari, M., M. and Mahmood, H., M. 2021. Green Synthesis, Characterization, Enzyme Inhibition, Antimicrobial Potential, and Cytotoxic Activity of Plant Mediated Silver Nanoparticle Using *Ricinus communis* Leaf and Root Extracts. *Biomolecules*. 11(206): 1-15.
- Handayani, T., Wawangningrum, H., Wihermanto, Yuzammi, Harto dan Latifah, D. 2017. *Identifikasi Semai Tumbuhan Berkayu*. LIPI Press: Jakarta.
- 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*. 10(4): 1137-1144.
- Harborne, J., B. 1987. *Fitokimia Penentuan Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Penerbit ITB: Bandung.
- Hardiyanto, E. B. 2008. *Seed Collection and Handling Putat (Planchonia valida Blume)*. Directorate General Of Land Rehabilitation and Social Forestry: Jakarta.
- Hassani, S., Moosavy, M., R., Gharajalar, S., N., Khatibi, S., A., Hajibemami, A. and Barabadi, Z. 2022. High Prevalance of Antibiotic Resistance in Pathogenic Foodborne Bacteria Isolated From Bovine Milk. *Scientific Reports*. 12: 1-10.
- Irwan, Zakir, M., dan Budi, P. 2016. Pengaruh Konsentrasi AgNO₃ dan Suhu Sintesis terhadap Surface Plasmon Resonance (SPR) Nanopartikel Perak. *Indonesian Journal of Chemistry*. Vol 4(1): 356-361.
- Isa, N., Sarijo, S.H., Aziz, A., and Lockman, Z. 2016. Synthesis Colloidal *Kyllinga brevifolia*-Mediated Silver Nanoparticles at Different Temperature For Methylene Blue Removal. *AIP Conference Proceedings*. 1877: 070001- 1-070001-7.

- Ismul, A., H., Sumariah, Dahlan, M. dan Mohtar. 2011. Penentuan Struktur Kristal Al Mg Alloy dengan Difraksi Neutron. *Jurnal Fisika*. 14(1): 41-48.
- Jain, S. and Mehata, M., S. 2017. Medicinal Plant Leaf Extract and Pure Flavonoid Mediated Green Synthesis of Silver Nanoparticles and their Enhanced Antibacterial Property. *Scientific Reports*. 7(15867): 1-14.
- Jemilugba, O. T., Parani, S., Mavumengwana, V. and Oluwafemi, O. S. 2019. Green Synthesis Of Silver Nanoparticles Using *Combretum Erythrophyllum* Leaves And Its Antibacterial Activities. *Colloid and Interface Science Communications*. 31(100191): 2-6.
- 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.
- Kasim, S., Taba, P., Ruslan dan Romianto. 2020. Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Daun Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) sebagai Bioreduktor. *Jurnal Riset Kimia*. 6(2): 126-133.
- Khan, K., Gupta, T., Dangi, B., Jain, N., and Sharma, G. 2018. Green Synthesis Of Silver Nanoparticles and Their Antimicrobial Activity: A Review. *IJRT*. 6(1): 829-835.
- Kharissova, O., V., Dias, H., R., Kharisov B., I., Perez, B., O. and Perez V., M. 2013 The Greener Synthesis Of Nanoparticles. *Trends Biotechnology*. 31(4):240–248.
- 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.
- Lingah, 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): 1-10.
- Logeswari, P., Silambarasan, S., dan Abraham, J. 2012. Article Synthesis Of Silver Nanoparticles Using Plants Extract And Analysis Of Their Antimicrobial Property. *Journal of Saudi Chemical Society*. 1-7.
- 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.

- Maity, G., N., Maity, P., Choudhuri, I., Sahoo, G., C., Maity, N., Ghosh, K., Bhattacharyya, N., Dalai, S., and Mondal, S. 2020. Green Synthesis, Characterization, Antimicrobial And Cytotoxic Effect Of Silver Nanoparticles Using Arabinoxylan Isolated From *Kalmegh*. *International Journal of Biological Macromolecules*. 162: 1025–1034.
- Masakke, Y., Sulfikar dan Rasyid, M. 2015. Biosintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Metanol Daun Manggis (*Garcinia mangostana L.*). *Jurnal Sainsmat*. 4(1): 28-41.
- Mc. Rae, M., Yang, Q., Crawford, R., J. 2007. Acylated Flavonoid Tetrafluoride From *Planchonia careya Leaves*. *Phytochemistry Letters*. 99-102.
- McRae, J., M., Yang, Qi., Crawford, R., J. and Palombo, E., A. 2008. Antibacterial Compounds From *Planchonia Careya Leaf Extracts*. *Journal of Ethnopharmacology*. 116: 554-560.
- Medda, S., Hajra, A., and Dey, U. 2015. Biosynthesis of Silver Nanoparticles From *Aloe vera Leaf Extract* and Antifungal Activity Against *Rhizopus sp.* and *Aspergillus sp.* *Application of Nanosci*. 5: 875-880.
- 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 Olitorus L* and *Ipomea Batatas (L)* Lam. *African Journal of Biotechnology*. 15(10): 3341-349.
- Mobarak, M., B., Hossain, M., S., Chowdhury, F. and Ahmed, S. 2022. Synthesis And Characterization Of CuO Nanoparticles Utilizing Waste Fish Scale And Exploitation Of XRD Peak Profile Analysis For Approximating The Structural Parameters. *Arabian Journal of Chemistry*. 15: 1-18.
- Mulyani, S. dan Laksana, T. 2011. Analisis Flavonoid dan Tannin Dengan Metoda Mikroskopi-Mikrokimiawi. *Majalah Obat Tradisional*. 16(3): 1-6.
- Mutmainnah, B. 2017. Skrining Fitokimia Senyawa Metabolit Sekunder Dari Ekstrak Etanol Buah Delima (*Punica Granatum L.*) Dengan Metode Uji Warna. *Media Farmasi*. 13(2): 1-6.
- Nallal, V., U., M., Razia, M., Duru, O., A., Ramalingam, G., Chinnappan, S., Chandrasekaran, M., Gengan, R., M., Chung, W., J., Chang, S., W. dan Ravindran, B. 2022. Eco-Friendly Synthesis of Multishaped Crystalline Silver Nanoparticles Using Hill Garlic Extract and Their Potential Application as an Antifungal Agent. *Journal of Nanomaterials*. 1: 1-7.

- Natsuki, J., Natsuki, T., and Hashimoto, Y. 2015. A Review of Silver Nanoparticles: Synthesis Methods, Properties and Applications. *International Journal of Materials Science and Application*. 4(5): 325-332.
- Ndikau, M., Noah, N.M., Andala, M.D., and Masika, E. 2017. Green Synthesis and Characterization of Silver Nanoparticles Using *Citrullus lanatus* Fruit Rind Extract. *International Journal of Analytical Chemistry*. 1-9.
- Ningrum, R., Elly, P., dan Sukarsono. 2016. Identifikasi Senyawa Alkaloid Dari Batang Karamunting (*Rhodomirtus tomentosa*) Sebagai Bahan Ajar Biologi Untuk SMA kelas X. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*. 2(3): hal 231.
- Nurbayasari, R., Saridewi, N., dan Shofwatunnisa. 2017. Biosintesis dan Karakterisasi ZnO dengan Ekstrak Rumput Laut Hijau *Caulepa sp.* *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*. 19(1): 17-28.
- Parbuntari, H., Prestica, Y., Gunawan, R., Nurman, M., N. dan Adella, F. 2018. Preliminary Phytochemical Screening (Qualitative Analysis) of Cacao Leaves (*Theobroma Cacao L.*). *Eksakta*. 19(2): 1-8.
- Pavia, D. L., Lampman, G.M., Kriz, G.S., and Vyvyan, J.R., 2013, *Introduction to Spectroscopy, 5th Edition*. Brooks/Cole Cengage Learning: United State of America.
- 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.
- 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.
- Qinghu, W., Jinmei, J., Nayintai, D., Narenchaoketu, H., Jingjing, H., dan Baiyinmuqier, B. 2016. AntiInflammatory effects, nuclear magnetic resonance identification and highperformance liquid chromatography isolation of the total flavonoids from *Artemisia frigida*. *Journal of Food And Drug Analysis*, 24: 385-391.
- 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*. 9(2): 154-158.
- Ravichandran, V., Vasanthi, S., Shalini, S., Shah, S., A., A. and Harish, R. 2016. Green Synthesis Of Silver Nanoparticles Using *Atrocarpus Altilis* Leaf Extract And The Study Of Their Antimicrobial And Antioxidant Activity. *Materials Letters*. 180: 264–267.
- Ruiz-Baltazar, A., J., Reyes-Lopez, S., Y., Larranaga, D., Estévez, M. and Perez, R. 2017. Green Synthesis Of Silver Nanoparticles Using A *Melissa Officinalis* Leaf Extract With Antibacterial Properties. *Results Physics*. 7: 2639–2643.
- Sadeghi, B., Rostami, A. and Momeni, S., S. 2015. Facile Green Synthesis Of Silver Nanoparticles Using Seed Aqueous Extract Of *Pistacia Atlantica* And Its Antibacterial Activity. *Spectrochemica Part A: Molecular Biomolecular Spectroscopy*. 134: 326–32.
- 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. *Journal of Medical Biotechnology*. 1(2): 111-115.
- Saifudin, A. 2014. *Senyawa Alam Metabolit Sekunder*. Deepublish: Yogyakarta.
- 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.
- Setyowati, W.A.E., Ariani, S.R.D., Ashadi, Mulyani, B., dan Rahmawati, C.P. 2014. Skrining fitokimia dan identifikasi komponen utama ekstrak metanol kulit durian (*Durio zibenthinus murr.*) varietas Petruk. *Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia VI. Prodi Pendidikan Kimia Jurusan FMIPA FKIP Universitas Surakarta*. Hal: 275
- Shah, R.S., Pawar, R.B. and Gayakar, P.P. 2015. Uv-Visible Spectroscopy-A Review. *International Journal of Institutional Pharmacy and Life Sciences*. 5(5): 490-499.
- 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*. 13: 6639-6650.

- Sharma, G., Sharma, A., R., Kurian, M., Bhavesh, R., Nam, J., S. and Lee, S., S. 2014. Green Synthesis Of Silver Nanoparticle Using Myristica Fragrans (Nutmeg) Seed Extract And Its Biological Activity. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*. 9(1): 325-332.
- Sharma, R., Bisen, D., P., Shukla, U., and Sharma, B., G. 2012. X-Ray Diffraction: A Powerful Method of Characterizing Nanomaterials. *Recent Research in Science and Technology*. 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*. 4(4): 341-346.
- Silverstein, R., M. and Webster, F., X. 1996. *Spectrometric Identification of Organic Compounds Sixth Edition*. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Singh, P., Kim, Y., J., Singh, H., Mathiyalagan, R., Wang, C., dan Yang, D., C. 2015. Research Article Biosynthesis of Anisotropic Silver Nanoparticles by *Bhargavaea indica* and Their Synergistic Effect with Antibiotics against Pathogenic Microorganisms. *Journal of Nanomaterials*. 1-10.
- Sivakumar, T. 2021. A Modern Review Of Silver Nanoparticles Mediated Plant Extracts And Its Potential Bioapplications. *International Journal of Botany Studies*. 6(3): 170-175.
- 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. *Jurnal Kedokteran Hewan*. 9(2): 156-160.
- Suhartati, T. 2017. *Dasar-Dasar Spektrofotometri Uv-Vis dan Spektrometri Massa Untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik*. AURA: Bandar Lampung.
- Supriningrum, R., Fatimah, N., dan Purwanti, Y., E. 2019. Karakterisasi Spesifik Dan Non Spesifik Ekstrak Etanol Daun Putat(*Planchonia valida*). *Al Ulum Sains dan Teknologi*. 5(1): 6-12.
- Sutanti, F., Silvia, D., Putri, M.A dan Fabiani, V.A. 2018. Pengaruh Konsentrasi AgNO₃ Pada Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Pucuk Idat (*Cratoxylum galucum korth*). *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat*. ISBN: 978-602- 61545-0-7.
- Suwarda, R., dan Maarif, M. S. 2013. Pengembangan Inovasi Teknologi Nanopartikel Berbasis Pat Untuk Menciptakan Produk yang Berdaya Saing. *Jurnal Teknik Industri*. 114-122.

- 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. *Science of the Total Environment*. 408 (2010): 999–1006.
- Triphaty, 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.
- 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.
- Vanessa, M., Munhoza, R.L., José R.P., João, A.C., Zequic, E., Leite, M., Gisely, C., Lopesa, J.P., dan Melloa. 2014. Extraction of flavonoids from tagetes patula: process optimization and screening for biological activity”. *Rev Bras Farmacogn*, 24 (5). : 576-583.
- 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 Antimicrobilia 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*. 26(1): 1-60.
- Wendri, N., Rupiasih, N.N., dan Sumadiyasa, M. 2017. Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Daun Sambiloto: Optimasi Proses dan Karakterisasi. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. 18(4):162-167.
- Zia, F., Ghafoor, N., Iqbal, M., and Mehboob, S. 2016. Green Synthesis and Characterization Of Silver Nanoparticles Using *Cydonia oblong* Seed Extract. *Appl Nanosci*. 6: 1023-1029.