

Jurnal Farmasi dan Herbal	Vol.5No.2	Edition:April2023 –November 2023
	<a href="http://ejournal.delihusada.ac.id/index.php/JPFH">http://ejournal.delihusada.ac.id/index.php/JPFH</a>	
Received:20 Maret 2023	Revised:14 April 2023	Accepted:27 April 2023

## PENENTUAN KANDUNGAN ANTIOKSIDAN DAN FENOLIK TOTAL DARI EKSTRAK TUMBUHAN SEBAGAI BIOREDUKTOR DALAM PEMBENTUKAN NANOPARTIKEL PERAK

**Dini Hanifa<sup>1</sup>, Akmal Djamaan<sup>1</sup>, Refilda<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Fakultas Farmasi, Universitas Andalas

<sup>2</sup>Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas

e-mail: [dinihanifa@phar.unand.ac.id](mailto:dinihanifa@phar.unand.ac.id)

### Abstract

*The formation of metal nanoparticles (silver, gold, platinum) by biological methods (green synthesis) has advantages over chemical and physical methods because it is easier, faster, simpler, and environmentally friendly. One of the substances used in this method is plant extracts. The presence of secondary metabolites that act as antioxidants such as phenolics and flavonoids play roles in the formation of silver nanoparticles. In this study, phytochemical screening was carried out from several herbal plants as bioreductors in the formation of silver nanoparticles, such as Phyllanthus buxifolius, Pachira aquatica, Peperomia pellucida, Ageratum conyzoides, and Piper crocatum leaf extracts. The total antioxidant content was determined using the modified phenanthroline method, and the total phenolic content determined using the Folin-Ciocalteu method. The formation of silver nanoparticles was carried out by mixing silver nitrate solution with each plant extract. Colloidal silver nanoparticles formed were then measured for their absorption spectra. The results of the antioxidant content of the five consecutive samples were  $26,90 \pm 0,19$ ;  $26,09 \pm 0,14$ ;  $18,25 \pm 0,02$ ;  $42,76 \pm 0,14$ ; dan  $30,94 \pm 0,14$  mg AA/g, while the total phenolic contents were  $48,44 \pm 0,45$ ;  $21,08 \pm 0,92$ ;  $17,42 \pm 0,27$ ;  $57,71 \pm 0,47$ ; dan  $49,83 \pm 0,60$  mg GA/g. Silver nanoparticles mediated by Ageratum conyzoides leaf extracts provided the highest absorbance value compared to other plants. The antioxidants and phenolic contained in the extract acts as reducing agent from silver ions into silver nanoparticles.*

**Keywords:** Silver nanoparticles; orthophenanthroline; Folin-Ciocalteu; antioxidant.

### 1. PENDAHULUAN

Nanomaterial saat ini banyak diminati karena memiliki sifat yang unik. Aplikasi nanoteknologi saat ini sangat luas di berbagai bidang, seperti kedokteran, obat, lingkungan, makanan, katalis, dan lainnya.

Nanopartikel memiliki rentang ukuran partikel 1-100 nm (Sarwer et al., 2022). Nanopartikel dapat diklasifikasikan menjadi nanopartikel polimerik (natural dan sintetik), lipoidal (biodegradable), dan nanopartikel logam (emas/AuNPs, perak/AgNPs,

zink/ZnNPs) (Nagaich et al., 2016). Beberapa aktivitas nanopartikel perak (AgNPs) yang dilaporkan meliputi antioksidan, antibakteri, antiinflamasi, penyembuhan luka, antikanker, antiproliferatif, antifungal, antiviral, and antidiabetik. Nanopartikel perak memiliki sifat antibakteri yang dapat digunakan sebagai preparasi bahan obat, kosmetika, peralatan bedah, penyembuhan luka, maupun kemasan makanan (Granja et al., 2021). Karena sifatnya yang unik, nanopartikel perak juga diaplikasikan pada *drug delivery*, alat-alat kedokteran, *sensing dan diagnostics*, dan sebagainya (Hussain et al., 2020).

Secara umum, pembentukan nanopartikel perak dapat dibagi menjadi dua metode, yaitu *top down* (fisika), dan *bottom up* (kimia). Saat ini pendekatan dengan metode biologi atau yang dikenal dengan *green synthesis* banyak digunakan karena merupakan metode yang sederhana, ramah lingkungan, tidak toksik, dan lebih hemat biaya (Ahmad et al., 2023). Pada *green synthesis*, ekstrak tumbuhan digunakan sebagai pereduksi dan juga *capping agent* dan penstabil yang penting untuk mencegah agregasi dan koagulasi partikel. Ekstrak tumbuhan yang digunakan juga mempengaruhi morfologi nanopartikel dengan mencegah pertumbuhannya yang tidak terkendali. Selain itu, dengan metode *green synthesis*, ekstrak tumbuhan dapat terinkorporasi pada nanopartikel yang terbentuk (Hanifa et al., 2020)

Daun *Phyllanthus buxifolius*, *Pachira aquatica*, *Peperomia pellucida*, *Ageratum conyzoides*, dan *Piper crocatum*. merupakan tumbuhan yang banyak dijumpai di Asia, khususnya di Indonesia. Beberapa aktivitas farmakologis yang sudah dilaporkan terdapat pada tumbuhan tersebut yaitu antioksidan, antibakteri, analgetik,

antipiretik, antiinflamasi, antikanker, dan penyembuhan luka (Hastuti et al., 2015; Lister et al., 2019; Pahmi et al., 2022; Rodrigues & Pastore, 2021; Setyawati et al., 2021). Pada penelitian ini dilakukan penentuan total antioksidan dan fenolik yang terdapat pada ekstrak air daun *Phyllanthus buxifolius*, *Pachira aquatica*, *Peperomia pellucida*, *Ageratum conyzoides*, dan *Piper crocatum*, serta potensinya dalam mereduksi ion perak pada pembentukan nanopartikel perak (AgNPs).

## 2. METODE

### Bahan

Pelarut akuades (Brataco, Indonesia), AgNO<sub>3</sub> (Merck, Jerman), asam askorbat (Merck, Jerman), asam galat (Merck, Jerman), FeCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O (Merck, Jerman), 1,10-ortofenantrolin (Merck, Jerman), reagen Folin-Ciocalteu (Sigma Aldrich, Jerman), Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (Merck, Jerman), daun seligi (*Phyllanthus buxifolius*), daun pachira (*Pachira aquatica*), daun sirih cina (*Peperomia pellucida*), daun bandotan (*Ageratum conyzoides*), dan daun sirih merah (*Piper crocatum*).

### Preparasi ekstrak tumbuhan

Daun *Phyllanthus buxifolius*, *Pachira aquatica*, *Peperomia pellucida*, *Ageratum conyzoides*, dan *Piper crocatum* diambil di daerah Padang, Sumatera Barat. Sampel daun dipisahkan dari kotoran, dan tanah, kemudian dicuci. Daun kemudian dikering anginkan selama satu minggu kemudian dihaluskan.

Ekstrak dibuat dengan mencampurkan masing-masing sampel tumbuhan dengan pelarut akuades dengan komposisi 1:10 b/v. Kemudian campuran dipanaskan dengan menggunakan *magnetic stirrer* (Velp Scientifica Arc, Italy) pada suhu 90°C

selama 15 menit. Setelah itu ekstrak disaring dengan menggunakan kertas saring. Ekstrak kemudian disimpan di wadah tertutup rapat pada suhu 4°C.

### **Skrining fitokimia ekstrak tumbuhan**

Pengujian fitokimia dilakukan untuk menguji kandungan kelompok senyawa fenolik, flavonoid, alkaloid, triterpenoid, steroid, dan saponin pada ekstrak tumbuhan (Hanifa et al., 2020).

### **Penentuan kandungan antioksidan total dengan metode fenantrolin modifikasi**

Dibuat seri larutan standar asam askorbat untuk kurva kalibrasi dengan konsentrasi 10; 15; 20; 25; dan 30 mg/L. Masing-masing larutan standar dan larutan sampel ekstrak air kelima tumbuhan dipipet sebanyak 1 mL ke dalam botol vial. Sebanyak 2 mL akuades, 1 mL  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  0,1%, dan 1 mL 1,10-ortofenantrolin 0,1% ditambahkan ke dalam botol vial. Kemudian larutan diinkubasi selama 20 menit dan absorbannya diukur pada panjang gelombang serapan maksimum asam askorbat dengan Spektrofotometer UV-Vis (Thermo Scientific GENESYS 10S, US) (Yefrida et al., 2020).

### **Pengujian kandungan fenolik total dengan metode Folin-Ciocalteu**

Kurva kalibrasi larutan standar asam galat ditentukan dengan membuat seri larutan asam galat masing-masing dengan konsentrasi 10; 20; 30; 40; 50; 60; dan 70 mg/L. Masing-masing seri larutan standar dan larutan sampel ekstrak air daun kelima tumbuhan dipipet sebanyak 0,4 mL ke labu ukur. Lalu ditambahkan 0,4 mL reagen *Folin-Ciocalteu*, 4 mL  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  7%, dan dicukupkan volumenya hingga 10 mL dengan akuades. Campuran dikocok hingga homogen lalu diinkubasi

selama 90 menit. Absorban diukur pada panjang gelombang serapan maksimum asam galat dengan Spektrofotometer UV-Vis (Refilda et al., 2022).

### **Pembentukan nanopartikel perak dengan ekstrak tumbuhan**

Sebanyak 0,5 mL larutan  $\text{AgNO}_3$  0,1 M dipipet, kemudian dicampurkan dengan masing-masing 1 mL ekstrak air daun kelima sampel tumbuhan. Pada erlenmeyer dan volumenya dicukupkan menjadi 50 mL dengan akuades. Campuran diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 150 rpm selama 30 menit. Reaksi pembentukan nanopartikel perak dibiarkan berlangsung selama 4 jam pada suhu ruangan.

### **Pengukuran spektrum serapan nanopartikel perak**

Sebanyak 2 mL masing-masing cuplikan sampel nanopartikel perak yang disintesis menggunakan ekstrak air daun kelima sampel tumbuhan diambil dan diukur spektrum serapannya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 400-800 nm.

## **3. HASIL**

Hasil skrining fitokimia pada ekstrak tumbuhan dapat dilihat pada Tabel 1. Dari hasil pengujian diketahui bahwa sampel ekstrak air daun *Piper crocatum* mengandung kelompok senyawa metabolit sekunder lebih banyak dibanding ekstrak yang lain, seperti fenolik, flavonoid, alkaloid, dan saponin. Semua sampel ekstrak air tumbuhan yang diujikan mengandung senyawa fenolik.

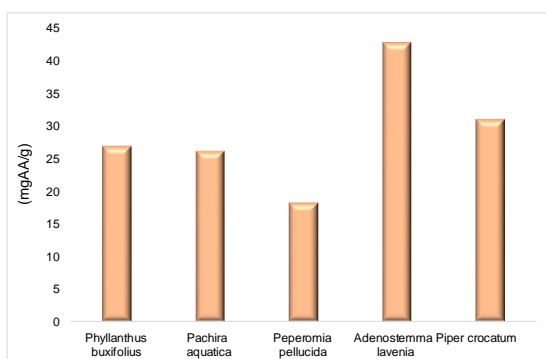
Tabel 1. Skrining fitokimia ekstrak daun tumbuhan sebagai bioreduktor

No. Pemeriksaan	Hasil				
	<i>Phyllanthus buxifolius</i>	<i>Pachira aquatica</i>	<i>Peperomia pellucida</i>	<i>Ageratum conyzoides</i>	<i>Piper crocatum</i>
1 Fenolik	+	+	+	+	+
2 Flavonoid	-	-	-	+	+
3 Alkaloid	-	-	-	-	+
4 Triterpenoid	-	-	-	-	-
5 Steroid	+	+	-	-	+
6 Saponin	-	-	+	+	+

Keterangan: (+) : mengandung kelompok senyawa metabolit sekunder  
 (-) : tidak mengandung kelompok senyawa metabolit sekunder

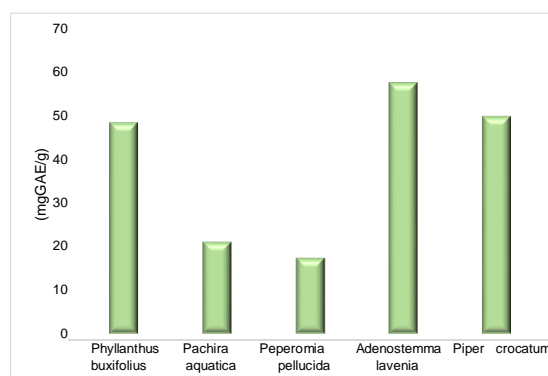
Dari hasil pengukuran spektrofotometri UV-Vis, didapatkan nilai panjang gelombang serapan maksimum dengan larutan standar asam askorbat adalah 510 nm. Dari kurva kalibrasi didapatkan persamaan regresi  $y = 0,0329x - 0,1266$  dan dengan nilai  $r^2 = 0,999$ . Hasil penentuan kandungan antioksidan total dari ekstrak tumbuhan dengan metode fenantrolin modifikasi dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1. Kandungan antioksidan total ekstrak tumbuhan.



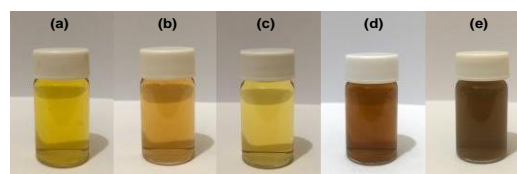
Fenolik total dari ekstrak daun tumbuhan ditentukan dengan metode *Folin-Ciocalteu* dan larutan asam galat sebagai standar. Persamaan regresi dari kurva kalibrasi larutan standar yaitu  $y = 0,0328x - 0,1251$  dengan nilai  $r^2 = 0,999$ . Hasil penentuan kandungan fenolik total dari sampel ekstrak tumbuhan ditunjukkan pada Gambar 2.

Gambar 2. Kandungan fenolik total ekstrak tumbuhan.



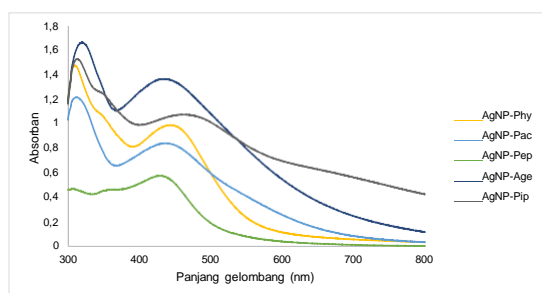
Selama pencampuran, terjadi perubahan warna dari tidak berwarna menjadi warna kuning hingga coklat, yang terlihat pada campuran reaksi larutan perak nitrat dengan kelima sampel ekstrak tumbuhan (Gambar 3).

Gambar 3. Pembentukan nanopartikel perak yang dimediasi oleh ekstrak daun: (a) *Phyllanthus buxifolius*, (b) *Pachira aquatica*, (c) *Peperomia pellucida*, (d) *Ageratum conyzoides*, dan (e) *Piper crocatum*.



Perubahan warna larutan reaksi dipelajari lebih lanjut menggunakan spektrum UV-Vis dari nanopartikel perak. Gambar 4 menunjukkan spektrum serapan nanopartikel perak yang dimediasi oleh kelima ekstrak tumbuhan. Puncak serapan nanopartikel perak hasil bioreduksi menggunakan ekstrak daun *Phyllanthus buxifolius*, *Pachira aquatica*, *Peperomia pellucida*, *Ageratum conyzoides*, dan *Piper crocatum* masing-masing adalah 444; 437; 429; 434; 461 nm.

Gambar 4. Spektrum serapan nanopartikel perak yang dimediasi oleh ekstrak tumbuhan.



#### 4. PEMBAHASAN

Senyawa flavonoid, terpenoid, dan fenolik yang terdapat pada tumbuhan berperan dalam reduksi ion perak menjadi nanopartikel perak. Selain itu proses *capping* dan penstabilannya juga melibatkan gabungan biomolekul tumbuhan seperti protein, asam amino, enzim, alkaloid, tanin, saponin, terpenoid dan vitamin. Namun ukuran, bentuk dan aktivitas nanopartikel yang dimediasi ekstrak tumbuhan juga dipengaruhi oleh jenis, konsentrasi senyawa dalam ekstrak, suhu, dan waktu reaksi sintesis (Jalab et al., 2021; Mukaratirwa-Muchanyereyi et al., 2022).

Penentuan kandungan antioksidan total pada ekstrak tumbuhan dilakukan dengan metode fenantrolin modifikasi dengan standar asam askorbat. Metode fenantrolin modifikasi ini menggunakan air sebagai pelarut menggantikan metanol. Dengan penggunaan air sebagai pelarut dapat mengurangi pemakaian pelarut organik dan juga limbahnya (Yefrida et al., 2020).

Molekul fenolik dan flavonoid merupakan komponen antioksidan penting pada tumbuhan. Terdapatnya senyawa-senyawa ini pada ekstrak tumbuhan dapat berkontribusi pada kandungan antioksidan total tumbuhan. Kandungan antioksidan dan fenolik total ekstrak air daun *Ageratum conyzoides*, dan *Piper crocatum* lebih tinggi dibandingkan dengan ekstrak

yang lain. Berdasarkan hasil skrining fiokimia, ini disebabkan adanya kelompok senyawa yang bersifat antioksidan pada ekstrak airnya seperti fenolik, flavonoid dan alkaloid. Kandungan antioksidan total dari ekstrak daun tumbuhan juga berbanding lurus dengan kandungan fenolik totalnya.

Pada penelitian sebelumnya juga dilaporkan terdapat korelasi linier antara kandungan fenolik dan flavonoid total dengan kapasitas antioksidan pada tumbuhan *Alternanthera sessilis*, *Basella alba*, *Cassia tora*, *Digera muricata*, *Ipomoea aquatica*, *Leucas cephalotes*, *Portulaca oleracea*, dan *Solanum nigrum* (Aryal et al., 2019). Kemampuan senyawa fenolik sebagai antioksidan adalah ditentukan oleh keberadaan dan jumlah gugus hidroksil yang terkandung dalam suatu senyawa. Gurning (2021) melaporkan kandungan fenolik total ekstrak etanol sirih merah yaitu sebesar  $0.949 \pm 0.003$  mg GAE/g (Gurning et al., 2021). Perbedaan kandungan fenolik ataupun antioksidan total dapat disebabkan karena beberapa faktor seperti kondisi lingkungan, faktor genetik, waktu panen, jenis pelarut, dan metode ekstraksi (Musa Özcan et al., 2018).

Senyawa metabolit sekunder yang bersifat sebagai antioksidan dapat berperan dalam pembentukan nanopartikel perak. Pada pembentukan nanopartikel perak dengan ekstrak tanaman, ion perak ( $\text{Ag}^+$ ) pada larutan perak nitrat direduksi menjadi

nanopartikel perak ( $Ag^0$ ). Selama pencampuran, terjadi perubahan warna yang terlihat pada campuran reaksi larutan perak nitrat dengan kelima sampel tumbuhan. Warna yang tampak dari larutan berubah dari tidak berwarna menjadi warna kuning-oranye hingga coklat. Perubahan warna ini mengkonfirmasi terjadinya biosintesis nanopartikel perak (Sarwer et al., 2022). Hasil serupa juga diamati pada pembentukan nanopartikel perak menggunakan ekstrak daun *Carduus crispus*, *Calliandra haematocephala*, *Morinda lucida*, dan *Toona sinensis* (Hanifa et al., 2020; Labulo et al., 2022; Raja et al., 2017; Urnukhsaikh et al., 2021).

Haluk (2016) melaporkan panjang gelombang maksimum nanopartikel perak yang disintesis menggunakan ekstrak daun delima, kwinsi, kastanye, tin, kenari, murbei hitam, dan murbei putih masing-masing adalah 422, 430, 440, 442, 442, 445, dan 451 nm. Absorbansi pada daerah panjang gelombang yang lebih panjang terjadi karena peningkatan ukuran nanopartikel perak atau agregasi selama pembentukan AgNPs (Akbal et al., 2016).

Puncak serapan yang muncul disebabkan oleh Surface Plasmon Resonance (SPR) karena eksitasi elektron bebas logam selama pembentukan nanopartikel perak. Ekstrak tumbuhan tidak menunjukkan puncak serapan di daerah ini. Secara umum, spektrum ini memberikan informasi tentang sifat dan pembentukan koloid nanopartikel perak. Puncak serapan dalam kisaran 400–500 nm adalah ciri khas nanopartikel perak (Sarwer et al., 2022). Parameter yang dapat mempengaruhi terbentuknya nanopartikel perak diantaranya rasio perak nitrat dan ekstrak yang

digunakan; jenis pelarut ekstrak; suhu; pH; dan waktu reaksi. Optimasi kondisi reaksi terkait parameter-parameter tersebut perlu dilakukan untuk menghasilkan jumlah dan karakter nanopartikel perak yang optimal (Jalab et al., 2021).

## 5. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak air daun *Phyllanthus buxifolius*, *Pachira aquatica*, *Peperomia pellucida*, *Ageratum conyzoides*, dan *Piper crocatum* dapat menjadi sumber antioksidan alami serta berpotensi sebagai agen pereduksi pada pembentukan nanopartikel perak. Kandungan antioksidan dan fenolik total dari ekstrak air daun *Ageratum conyzoides*, dan *Piper crocatum* lebih tinggi dibandingkan dengan ekstrak daun tumbuhan yang lain. Koloidal nanopartikel perak dipreparasi dengan metode *green synthesis* menggunakan ekstrak daun tumbuhan tersebut memberikan serapan pada rentang panjang gelombang 400–470 nm. Adanya serapan pada daerah panjang gelombang tersebut mengkonfirmasi terbentuknya nanopartikel perak. Metode reduksi ini sangat sederhana, mudah dilakukan, murah, dan juga ramah lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, H. S., Ateeb, M., Noreen, S., Farooq, M. I., Baig, M. M. F. A., Nazar, M. S., Akhtar, M. F., Ahmad, K., Ayub, A. R., Shoukat, H., Hadi, F., & Madni, A. (2023). Biomimetic synthesis and characterization of silver nanoparticles from *Dipterygium glaucum* extract and its anti-cancerous activities. *Journal of Molecular Structure*, 1282. <https://doi.org/10.1016/J.MOLSTRUC.2023.135196>

- Akbal, A., Haluk Turkdemir, M., Cicek, A., & Ulug, B. (2016). *Relation between Silver Nanoparticle Formation Rate and Antioxidant Capacity of Aqueous Plant Leaf Extracts*. <https://doi.org/10.1155/2016/4083421>
- Aryal, S., Baniya, M. K., Danekhu, K., Kunwar, P., Gurung, R., & Koirala, N. (2019). Total Phenolic Content, Flavonoid Content and Antioxidant Potential of Wild Vegetables from Western Nepal. *Plants*, 8(4). <https://doi.org/10.3390/PLANTS8040096>
- Granja, C., Jara, E., Moncada-Basualto, M., Pozo-Martínez, J., Fernández, L., Espinoza-Montero, P., Debut, A., López, F., Olea-Azar, C., & Pilaquinga, F. (2021). *Total Phenolic Composition and Antioxidant Activity of Silver Nanoparticles using Aqueous Extract of Chilca Leaves (Baccharis Latifolia)*. <https://doi.org/10.3844/ajassp.2021.79.91>
- Gurning, K., Lumbangaol, S., Situmorang, R. F. R., & Silaban, S. (2021). Determination of phenolic contents and antioxidant activity test of ethanol extract of Sirih merah (*Piper crocatum* Ruiz & Pav.) leaves using the DPPH method. *Jurnal Pendidikan Kimia (JPKIM)*, 13(2), 137–142. <https://doi.org/10.24114/jpkim.v13i2.26984>
- Hanifa, D., Sarina, G., & Djamaan, A. (2020). Toona sinensis Mediated Green Synthesis of Silver Nanoparticles. *IOSR Journal Of Pharmacy And Biological Sciences (IOSR-JPBS) e-ISSN*, 15(2), 2319–7676. <https://doi.org/10.9790/3008-1502040815>
- Hastuti, S., Safitri, I. A., Poltekkes, P. F., & Mulia, B. (2015). Aktivitas Analgetik Ekstrak Etanol Daun Sligi (*Phyllanthus buxifolius* Muell .Arg ) terhadap Mencit Galur Balb/C (Analgesic Activity Of Ethanol Extract Seligi Leaves (*Phyllanthus buxifolius* Muell .Arg) to Mice Balb/C). *Indonesian Journal on Medical Science*, 2(1), 2355–1313. <http://ejournal.poltekkesbhaktimulia.ac.id/index.php/ijms/article/view/9>
- Hussain, Z., Abourehab, M. A. S., Khan, S., & Thu, H. E. (2020). Silver nanoparticles: a promising nanoplatform for targeted delivery of therapeutics and optimized therapeutic efficacy. *Metal Nanoparticles for Drug Delivery and Diagnostic Applications*, 141–173. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816960-5.00009-4>
- Jalab, J., Abdelwahed, W., Kitaz, A., & Al-Kayali, R. (2021). Green synthesis of silver nanoparticles using aqueous extract of Acacia cyanophylla and its antibacterial activity. *Heliyon*, 7(9). <https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2021.E08033>
- Labulo, A. H., David, O. A., & Terna, A. D. (2022). Green synthesis and characterization of silver nanoparticles using Morinda lucida leaf extract and evaluation of its antioxidant and antimicrobial activity. *Chemical Papers*, 76(12), 7313–7325. <https://doi.org/10.1007/S11696-022-02392-W/TABLES/4>
- Lister, I. N. E., Ginting, C. N., Girsang, E., Armansyah, A., Marpaung, H. H., Sinaga, A. P. F., Handayani, R. A. S., & Rizal, R. (2019). Antioxidant properties of red betel (*Piper crocatum*) leaf extract and its compounds. *Journal of Natural Remedies*, 19(4), 198–205. <https://doi.org/10.18311/JNR/2019/23633>

- Mukaratirwa-Muchanyereyi, N., Gusha, C., Mujuru, M., Guyo, U., & Nyoni, S. (2022). Synthesis of silver nanoparticles using plant extracts from *Erythrina abyssinica* aerial parts and assessment of their anti-bacterial and anti-oxidant activities. *Results in Chemistry*, 4, 100402. <https://doi.org/10.1016/J.RECHEM.2022.100402>
- Musa Özcan, M., Doğu, S., & Uslu, N. (2018). Effect of species on total phenol, antioxidant activity and phenolic compounds of different wild onion bulbs. *Journal of Food Composition and Analysis*, 69, 103878. <https://doi.org/10.1007/s11694-017-9705-0>
- Nagaich, U., Gulati, N., & Chauhan, S. (2016). Antioxidant and Antibacterial Potential of Silver Nanoparticles: Biogenic Synthesis Utilizing Apple Extract. *Journal of Food Composition and Analysis*, 53, 7141523. <https://doi.org/10.1155/2016/7141523>
- Pahmi, K., Ramadhian, M. R., Dalimunthe, G. I., Mikrobiologi, D., Parasitologi, D., Kedokteran, F., Lampung, U., & Lampung, K. B. (2022). Antipyretic Activity Test of Combination of *Peperomia pellucida* Extract and *Andrographis paniculata* in Mice (*Mus musculus*). *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, 2(3), 187–196. <https://doi.org/10.37311/IJPE.V2I3.15654>
- Raja, S., Ramesh, V., & Thivaharan, V. (2017). Green biosynthesis of silver nanoparticles using *Calliandra haematocephala* leaf extract, their antibacterial activity and hydrogen peroxide sensing capability. *Arabian Journal of Chemistry*, 10(2), 253–261. <https://doi.org/10.1016/J.ARABJC.2015.06.023>
- Refilda, R., Ngestu, R. H., Salim, E., & Yefrida. (2022). Teknik Edible Coating dengan menggunakan Campuran Gel Lidah Buaya dan Ekstrak Daun *Psidium guajava* L. untuk Mempertahankan Sifat Fisikokimia Buah Jambu Biji. *Jurnal Riset Kimia*, 13(2), 163–177. <https://doi.org/10.25077/JRK.V13I2.501>
- Rodrigues, A. P., & Pastore, G. M. (2021). A review of the nutritional composition and current applications of monguba (*Pachira aquatica* Aubl.) plant. *Journal of Food Composition and Analysis*, 99, 103878. <https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2021.103878>
- Sarwer, Q., Amjad, M. S., Mehmood, A., Binish, Z., Mustafa, G., Farooq, A., Qaseem, M. F., Abasi, F., & Pérez de la Lastra, J. M. (2022). Green Synthesis and Characterization of Silver Nanoparticles Using *Myrsine africana* Leaf Extract for Their Antibacterial, Antioxidant and Phytotoxic Activities. *Molecules* 2022, Vol. 27, Page 7612, 27(21), 7612. <https://doi.org/10.3390/MOLECULES27217612>
- Setyawati, A., Wahyuningsih, M. S. H., Nugrahaningsih, D. A. A., Effendy, C., Fneish, F., & Fortwengel, G. (2021). Piper crocatum Ruiz & Pav. ameliorates wound healing through p53, E-cadherin and SOD1 pathways on wounded hyperglycemia fibroblasts. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(12), 7257–7268. <https://doi.org/10.1016/J.SJBS.2021.08.039>
- Urnuksaikhon, E., Bold, B. E., Gunbileg, A., Sukhbaatar, N., & Mishig-Ochir, T. (2021). Antibacterial activity and characteristics of silver nanoparticles biosynthesized from *Carduus crispus*. *Scientific Reports*, 11(1), 1–12.



<https://doi.org/10.1038/S41598-021-00520-2/FIGURES/10>

Yefrida, Y., Suyani, H., Aziz, H., & Efdi, M. (2020). Validasi Metode MPM untuk Penentuan Kandungan Antioksidan

dalam Sampel Herbal serta Perbandingannya dengan Metode PM, FRAP dan DPPH. *Jurnal Riset Kimia*, 11(1), 24–34. <https://doi.org/10.25077/JRK.V11I1.3>