



## Potensi batang pisang (*Musaparadisiaca*) sebagai bioreduktor dalam green sintesis Ag nanopartikel

NADIATUL FAJRI<sup>1)</sup>, LEVI FEBIOLA AULIA PUTRI<sup>1)</sup>, MUHAMAD REZA PRASETIO<sup>1)</sup>, NUR AZIZAH<sup>1)</sup>, YOGAPRATAMA<sup>1)</sup>, DAN NINDITA CLOURISA AMARIS SUSANTO<sup>2)\*</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Jln. Mendalo Darat Km.15, Muara Bulian, Jambi. 36361. <sup>2)</sup>Jurusan Farmasi, Sekolah Vokasi, Universitas Sebelas Maret, Jalan Kolonel Sutarto Nomor 150K, Jebres, Surakarta, Jawa Tengah, 57126

<b>Kata kunci:</b> ekstrak batang pisang, Ag nanopartikel, Green sintesis	<b>ABSTRAK:</b> Green sintesis Ag nanopartikel menggunakan ekstrak tumbuhan sebagai bioreduktor untuk mereduksi spesies Ag <sup>+</sup> menjadi Ag <sup>0</sup> . Batang tanaman pisang dipilih sebagai bioreduktor karena mengandung senyawa metabolit sekunder. Uji kandungan metabolit sekunder pada batang pisang diketahui mengandung alkaloid, flavonoid, tanin, dan triterpenoid. Karakterisasi Ag nanopartikel menggunakan UV-Vis dan XRD. Hasil analisis menggunakan spektroskopi UV-Vis menunjukkan panjang gelombang maksimum 447nm yang mengindikasikan terbentuknya Ag nanopartikel. Sedangkan hasil pengukuran XRD diketahui pola difraksi nanopartikel perak ditemukan nilai 2θ yaitu 39,1°; 44,3°; 64,5° dan 77,4°.
<b>Keywords:</b> banana stem extract, Ag nanoparticles, Green sintesis	<b>ABSTRACT:</b> In the green synthesis of Ag nanoparticles, plant extracts were used as bioreductants to reduce Ag <sup>+</sup> species to Ag <sup>0</sup> . Banana plant stems contain complex secondary metabolites. Therefore, banana stems have potential as a bioreductant. Adsorption is a method that is widely used in waste water treatment. Methylene blue is classified as a dye that is difficult to decompose and is caused by the environment when released into the ecosystem. These secondary metabolite content test in banana stems is known to contain alkaloids, flavonoids, tannins, and triterpenoids. The instruments used in the green synthesis of AgNPs are UV-Vis spectrophotometer and XRD. In UV-Vis spectroscopy can analysis the presence of Ag Nanoparticles at a maximum wavelength of 447nm. From the measurement results, it is known that the diffraction pattern of silver nanoparticles at a value of 2θ is 39.1°; 44.3°; 64.5° and 77.4°.

### 1 PENDAHULUAN

Banyak metode yang dapat dilakukan untuk menghasilkan Ag nanopartikel salah satunya ialah metode reduksi kimia yang menggunakan reduktor seperti NaBH<sub>4</sub>. Namun, metode ini dinilai tidak ramah lingkungan karena menggunakan pereaksi beracun sehingga banyak peneliti sekarang mengembangkan green sintesis. Pada sintesis AgNPs, menggunakan ekstrak tumbuh-tumbuhan sebagai bioreduktor untuk mereduksi spesies Ag<sup>+</sup> menjadi Ag<sup>0</sup>. Proses tersebut melibatkan senyawa metabolit sekunder dari tumbuh-tumbuhan seperti terpenoid, keton, aldehyd, amida dan karboksilat[1][2]. Bioreduktor dapat diperoleh dari bahan alam yang mengandung senyawa anti oksidan atau poliol yang dapat mereduksi perak[3] dan gugus fungsi yang dapat berperan untuk mereduksi ion perak menjadi AgNPs

diantaranya adalah gugus hidroksil (-OH) dan amina (-NH) [4].

Tumbuhan daun singkong memiliki senyawa metabolit sekunder yang mengandung flavonoid dan fenolik hal ini disebabkan oleh banyaknya gugus hidroksil pada senyawa flavonoid. Senyawa-senyawa yang memiliki aktivitas antioksidan umumnya memiliki gugus hidroksil yang tersubstitusi pada posisi ortho dan para terhadap gugus -OH dan -OR[5]. Sintesis Ag Nanopartikel dengan metode reduksi menggunakan ekstrak daun eceng gondok sebagai bioreduktor. Hasil penelitiannya menunjukkan ukuran rata-rata Ag Nanopartikel berdasarkan hasil analisis PSA adalah 93,2 nm dan ukuran rata-rata kristal Ag Nanopartikel menggunakan XRD adalah 50,11 nm[6].

Batang tanaman pisang mengandung senyawa metabolit sekunder yang kompleks. Hasil skrining fitokimia menunjukkan adanya kandungan saponin,

\* Corresponding Author: email: [clourisa@gmail.com](mailto:clourisa@gmail.com) WA: 08112655225

triterpenoid, steroid, flavonoid, tannin, dan kuinon [7]. Oleh karena itu dimungkinkan batang tanaman pisang memiliki potensi sebagai bioreduktor. Provinsi Jambi menghasilkan tanaman pisang sebanyak 61,069 ton pertahun. Fakta dari pohon pisang yang hanya dapat tumbuh sekali dikarenakan pohon pisang hanya menghasilkan satu tandan pisang dan akan mati setelah itu. Namun, pohon pisang akan menciptakan tunas yang baru sebelum mati. Siklus tersebut akan berlangsung selama 10 tahun. Jadi, pohon pisang akan tetap hidup jika belum berbuah walaupun ditebang berkali-kali. Oleh karena itu, batang pisang seringkali terbuang percuma bahkan menjadi limbah organik dengan pengolahan yang mudah dan murah, sehingga dapat diubah menjadi kompos [8].

## 2 BAHAN DAN METODA

### Waktu dan Tempat

Pelaksanaan penelitian dilakukan secara *blended* terhitung mulai dari tanggal 25 Juni – 30 Agustus dengan presentase hasil capaian 100%. Pengumpulan data primer dilakukan secara luring di laboratorium Tugas Akhir UNJA, dan bekerja sama dengan Pusat Laboratorium Forensik Bogor. Data primer yang diperoleh berupa hasil analisis sampel dengan spektrofotometer UV-Vis, dan XRD. Sedangkan pada penyusunan laporan kemajuan, *draft original article*, dan laporan akhir dilakukan secara kolaboratif daring dan *virtual meeting*.

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah timbangan analitik, tisu, *cutter* seperangkat peralatan gelas standar (merk pyrex), spatula, batang pengaduk, pipet tetes, kertas saring Whatman No 1, mortal alu, *magnetic stirrer*, oven, Kertas Whatman No.1, sentrifugasi, pHmeter, spektrofotometer UV-VIS merk Biochrom, dan X-Ray Diffraction (XRD) Merk Pan Analytical. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Batang Pisang, AgNO<sub>3</sub>, Metilen Biru, HCl, dan NaOH.

### Prosedur Penelitian

#### Preparasi Ekstrak Batang Pisang

Batang pisang segar sebanyak 50 gram dikeringkan dengan diangin-anginkan pada suhu kamar. Batang yang telah kering ditimbang lagi untuk mengetahui kadar air akhir. Setelah itu dipotong kecil-kecil kemudian dihaluskan dengan mortar alu. Sebanyak 25 gram serbuk batang pisang, dicampur 500 mL aquades. Campuran ini dipanaskan pada suhu 60°C selama 15 menit. Didinginkan pada suhu ruang, dis-

aring dengan kertas Whatman No.1. Ekstrak batang pisang digunakan untuk proses sintesis Ag nanopartikel.

#### Skruining fitokimia

Ekstraksi batang pisang digunakan untuk menguji kandungan metabolik sekunder pada senyawa Saponin, Triterpenoid, Steroid, Flavonoid, Alkaloid dan Tanin [9].

#### Sintesis Ag Nanopartikel

Sebanyak 100 mL ekstrak batang pisang dicampurkan ke dalam 40 mL larutan AgNO<sub>3</sub> 0,05M. Campuran diaduk dengan magnetik stirer selama 24 jam pada suhu ruang hingga membentuk endapan. Lalu, campuran disentrifugasi dengan kecepatan 3500 rpm selama 10 menit. Hasil sentrifugasi diperoleh filtrat dan endapan. Endapan dikeringkan pada oven suhu 100°C selama 2 jam. Endapan yang telah kering kemudian digerus hingga halus dan ditimbang. Filtrat yang diperoleh dilakukan analisis UV-Vis untuk mengidentifikasi terbentuknya Ag nanopartikel. Kemudian endapan dianalisis dengan XRD untuk melihat derajat kristalinitas dan menghitung ukuran partikel melalui persamaan Scherrer.

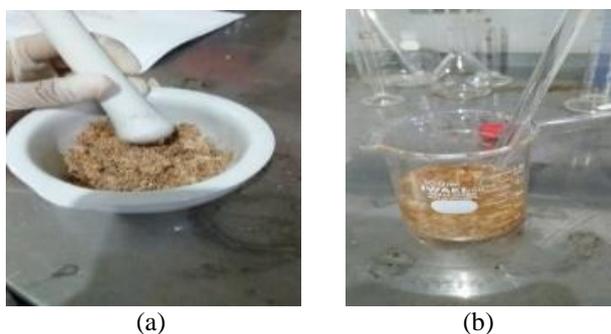
#### Analisis Data

## 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pembuatan Ekstrak Batang Pisang

Ekstrak batang pisang diperoleh dengan cara mase-rasi atau perendaman menggunakan pelarut. Batang pisang yang didapat dipotong dan digerus halus, diambil sebanyak 50 gram, dilanjutkan perendaman yang dilakukan selama 72 jam [10], disaring hingga diperoleh ekstrak batang pisang yang diinginkan. Warna larutan mengalami perubahan menjadi cokelat. Perendaman dilakukan menggunakan pelarut berupa aquades karena memiliki sifat polar yang dapat mengekstrak senyawa polar seperti senyawa fenolik yang dimiliki oleh batang pisang. Aquades merupakan pelarut yang jauh lebih baik dibandingkan hampir semua cairan yang ditemukan, serta merupakan air hasil penyulingan yang bebas dari zat-zat pengotor sehingga bersifat murni dalam laboratorium [11]. Senyawa yang segera larut didalam aquades mencakup berbagai senyawa organik netral yang mempunyai gugus fungsional polar seperti gula, alkohol, aldehida dan keton. Kelarutannya disebabkan oleh molekul aquades untuk membentuk ikatan hidrogen dengan gugus hidroksil atau gugus karbonil [12]. Efektivitas ekstraksi suatu senyawa oleh pelarut sangat tergantung kepada kelarutan senyawa tersebut

dalam pelarut, sesuai dengan prinsip *like dissolve like*, pelarut yang bersifat polar diantaranya adalah etanol, metanol, aseton dan air [13].



Gambar 1. (a) Batang pisang dipotong kecil dan dihaluskan dengan mortal alu; (b) Perendaman batang pisang dalam pelarut selama 72 jam.

Ekstraksi dengan metode maserasi memiliki kelebihan dibandingkan dengan metode yang lain dimana terjaminnya zat aktif yang diekstrak tidak akan rusak [14]. Pada saat proses perendaman bahan akan terjadi pemecahan dinding sel dan membran sel dengan bagian dalam sel sehingga metabolit sekunder yang ada dalam sitoplasma akan pecah dan terlarut pada pelarut organik yang digunakan [15].

### Skrining Fitokimia Ekstrak Batang Pisang

Penelitian uji kandungan metabolit sekunder pada batang pisang diketahui mengandung alkaloid, flavonoid, tanin, triterpenoid. Batang tanaman yang dipilih dengan pertimbangan bahwa aktivitas mikrobiologis terletak pada bagian pelepah (batang) yang mengandung sejumlah metabolit sekunder. Hasil uji skrining fitokimia pada ekstrak batang pisang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji skrining fito kimia ekstrak batang pisang pelarut aquades

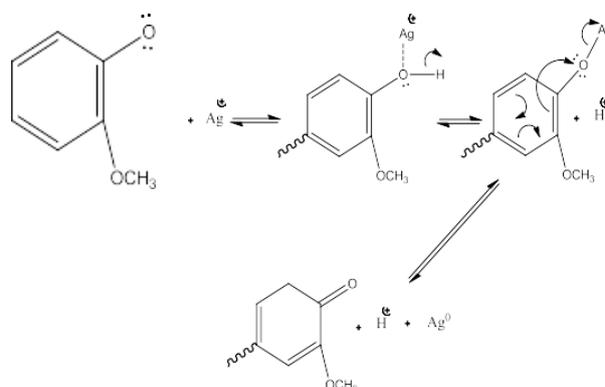
Identifikasi Senyawa	Indikator	Hasil	Ket.
Alkaloid	Pereaksi Dragendroff	Coklat muda	(+)
Flavonoid	Serbuk Mg dan HCl	Kuning jingga	(+)
Tanin	Larutan FeCl <sub>3</sub>	Kehijauan	(+)
Saponin	Larutan dikocok	Tidak terbentuk busa	(-)
Steroid	Pereaksi Lieberman Burchard	Kuning jingga	(-)
Triterpenoid	Pereaksi Lieberman Burchard	Ungu cincin merah	(+)

Pada penelitian ini digunakan pelarut aquades yang bersifat polar sehingga ekstrak yang diperoleh dari proses maserasi bersifat polar. Dari hasil di atas diketahui senyawa flavonoid dan tanin memiliki hasil positif. Hal ini terjadi karena senyawa flavonoid dan tanin bersifat polar sehingga larut dalam pelarut polar. Sedangkan senyawa alkaloid, triterpenoid dan

saponin merupakan senyawa yang bersifat semi-polar artinya senyawa ini dapat larut ke dalam pelarut polar dan non polar. Kemudian pada senyawa steroid memiliki sifat non polar yang berarti senyawa yang di ekstrak tidak larut dalam pelarut polar.

### Sintesis Ag Nanopartikel

Senyawa flavonoid dan tanin selain sebagai reduktor, juga bisa sebagai penstabil karena memiliki gugus fungsi hidroksil (-OH) dan karbonil (-CO) yang berinteraksi dengan partikel perak membentuk lapisan *electric double layer*. Semakin tinggi konsentrasi dari senyawa penstabil ini akan menghasilkan ukuran partikel yang semakin kecil. Diantara banyak nanopartikel logam yang disintesis, perak (Ag) mendapat banyak perhatian dikarenakan Ag memiliki keunggulan sebagai antibakteri dan fotokatalis [16]. Mekanisme proses sintesis Ag Nanopartikel dapat dilihat pada Gambar 2.

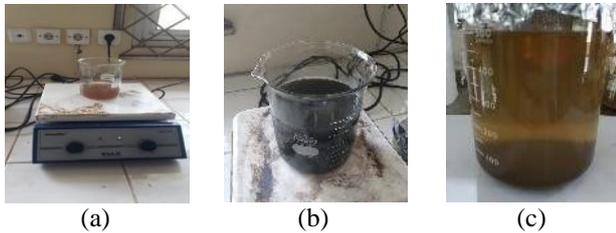


Gambar 2. Mekanisme pembentukan Ag nanopartikel oleh flavonoid [17]

Berdasarkan gambar di atas antara ion  $Ag^+$  dan senyawa polifenol terjadi reaksi reduksi dimana ion  $Ag^+$  sebagai reaktan berperan menjadi katalis. Senyawa polifenol mengalami perubahan gugus menjadi gugus  $R-O^-$  dari gugus  $R-OH$ . Kemudian membentuk gugus  $RO-Ag$  dengan mengikat ion  $Ag^+$ . Pada reaksi ini akan mengalami pemutusan rantai polifenol karena ion  $Ag^+$  yang terikat dan terlepas membentuk Ag nanopartikel [17].

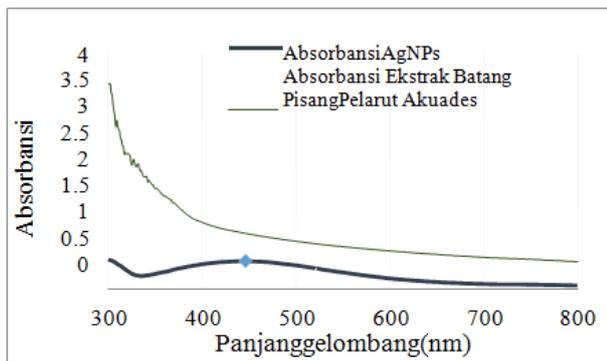
Prinsip dari sintesis Ag nanopartikel secara *green synthesis* ini ialah dengan memanfaatkan bahan biologis pada tumbuhan yang dapat dimanfaatkan sebagai bioreduktor. Senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada batang pisang dapat bekerja dengan cara mendonorkan elektron ke ion  $Ag^+$  untuk mendapatkan Ag nanopartikel. Terdapatnya perubahan warna merupakan salah satu indikator terbentuknya Ag nanopartikel karena telah terjadinya proses reduksi ion perak. Diketahui bahwa fungsi pengadukan selama 24 jam pada proses sintesis ini

dapat mempercepat reaksi sehingga dapat mencegah terjadinya agregasi antar nanopartikel sehingga terdistribusi merata dalam larutan. Selain itu juga dapat membuat larutan menjadi homogen dan jumlah Ag nanopartikel yang dihasilkan meningkat.



Gambar 3. (a) Ekstrak batang pisang saat di *magnetic stirrer*; (b) Ekstrak batang pisang setelah di *magnetic stirrer*; (c) AgNP yang mulai mengendap

Terbentuknya Ag nanopartikel tidak hanya dilihat dari perubahan warna larutan tetapi juga bisa dilihat dari munculnya panjang gelombang maksimum pada kisaran 400-450 nm yang merupakan ciri khas dari Ag nanopartikel. Filtrat yang didapat kemudian dilanjutkan dengan analisis UV-Vis untuk mengidentifikasi adanya Ag Nanopartikel didapatkan panjang gelombang maksimum sebesar 447 nm, di mana cahaya ini bersifat visibel yang artinya dapat dilihat oleh mata manusia. Absorpsi cahaya tampak dapat mengakibatkan terjadinya elektron-elektron dari orbital dasar berenergi rendah ke orbital keadaan tereksitasi berenergi lebih tinggi yang disebut sebagai transisi elektron hasil spektrofotometer UV-Vis Ag nanopartikel ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 4. Spektrum UV-Vis Ag nanopartikel dengan absorbansi Ag nanopartikel pada panjang gelombang 200-800nm.

Berdasarkan hasil penelitian Salasa *et al.*, (2016), hasil pengukuran spektrofotometer UV-Vis dilakukan untuk mendapatkan karakterisasi Ag nanopartikel berdasarkan puncak absorbansinya yang menunjukkan ion perak telah tereduksi menjadi AgNP [18]. Hal ini ditunjukkan terbentuknya Ag nanopartikel yang ditandai dengan panjang gelombang maksimum yang dicapai pada 400-450 nm.

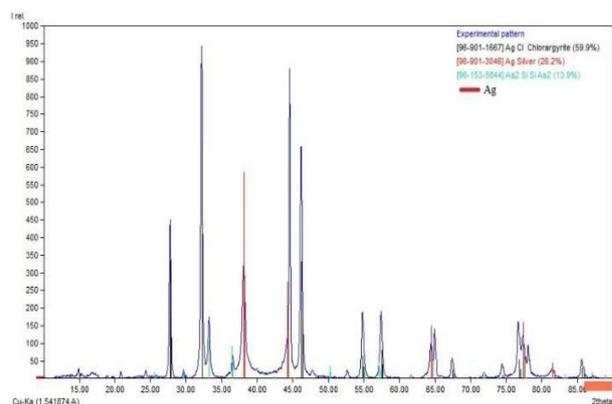
Kemudian dilanjutkan dengan analisis XRD. Hasil karakterisasi menggunakan XRD menunjukkan puncak-puncak yang tajam. Karakterisasi XRD dilakukan untuk mendapatkan derajat kristanilitas yang dapat digunakan sebagai penentuan struktur kristal amorf dan orientasi berupa nilai hkl serta dapat juga untuk menentukan ukuran kristal menggunakan persamaan *Scherrer* pada identifikasi pola difraksi dan intensitas puncak. Dari hasil pengukuran diketahui pola difraksi nanopartikel perak ditunjukkan pada nilai  $2\theta$  yaitu  $39,1^\circ$ ,  $44,3^\circ$ ,  $64,5^\circ$ , dan  $77,4^\circ$ . Berdasarkan *database ICDD*, diketahui pengujian ini membentuk Ag nanopartikel karena hasil menunjukkan adanya pola difraksi Ag yang sesuai dengan literatur. Adapun persamaan *Scherrer* yang digunakan untuk menghitung ukuran partikel adalah sebagai berikut:

$$D = \frac{K\lambda}{\beta \cos\theta}$$

Tabel 2. Data hasil analisis ukuran kristal Ag nanopartikel

2θ (deg)	θ (rad)	d (Å)	FWHM		Ukuran Kristal (nm)
			(deg)	(rad)	
38,1701	0,3331	2,3559	0,7575	0,01322	11,097
43,1431	0,3765	2,0951	0,2382	0,00416	35,863
64,4021	0,5620	1,4455	0,1961	0,00342	47,875
77,5028	0,6763	1,2305	0,2027	0,00354	50,255
<b>Ukuran Partikel (D) Rata-rata</b>					<b>36,273</b>

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan persamaan *Scherrer* diperoleh rata-rata ukuran nanopartikel perak yaitu 36,273 nm. Menurut ketentuan SNI ISO/TS 80004-4:2013 material serbuk yang memiliki ukuran partikel kristalin berskala nanometer (1-100 nm) tergolong sebagai nanomaterial [19].



Gambar 5. Karakterisasi menggunakan XRD

Ag nanopartikel digunakan sebagai katalis reaksi foto degradasi metilen biru dengan penyinaran sinar UV, sehingga elektron pada katalis tersebut terjadi eksitasi dari pita valensi ke pita konduksi. Pengaruh radiasi sinar UV terus bertambah, maka foton yang

mengenai Ag nanopartikel semakin banyak yang berakibat pada pembentukannya radikal hidroksida yang semakin meningkat. Adapun mekanisme pembentukan Ag nanopartikel oleh flavonoid ditunjukkan pada Gambar5 (b)

#### 4 KESIMPULAN

Ag nanopartikel dapat diproduksi menggunakan bioreduktor berupa ekstrak batang pisang (*MusaparasidiacaL*). Kandungan metabolit sekunder dari ekstrak batang pisang terdiri dari alkaloid, flavonoid, tanin, dan triterpenoid. Beberapa metabolit sekunder tersebut mengandung gugus hidroksil yang berperan sebagai bioreduktor sehingga Ag<sup>+</sup> tereduksi menjadi Ag<sup>0</sup>. Berdasarkan hasil analisis UV-Vis keberadaan AgN pada panjang gelombang 447 nm. Hasil pengukuran XRD diketahui pola difraksi nanopartikel perak di tunjukan pada nilai 2θ yaitu 39,1°;44,3°; 64,5° dan 77,4°. Berdasarkan analisis dari kedua instrumen tersebut menunjukkan Ag nanopartikel terbentuk. Berdasarkan persamaan Scherrer rata-rata ukuran Ag nanopartikel yang diperoleh sebesar 36,273nm.

#### REFERENSI

- [1] S. S. Shankar, A. Rai, A. Ahmad, and M. Sastry, "Rapid synthesis of Au, Ag, and bimetallic Au core-Ag shell nanoparticles using Neem (*Azadirachta indica*) leaf broth," *J. Colloid Interface Sci.*, vol. 275, no. 2, pp. 496–502, 2004, doi: 10.1016/j.jcis.2004.03.003.
- [2] S. D. Solomon, M. Bahadory, A. V. Jeyarajasingam, S. A. Rutkowsky, C. Boritz, and L. Mulfinger, "Synthesis and study of silver nanoparticles," *J. Chem. Educ.*, vol. 84, no. 2, pp. 322–325, 2007, doi: 10.1021/ed084p322.
- [3] N. Arifin, "SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK MENGGUNAKAN BIOREDUKTOR DAUN JAMBU BIJI (*Psidium guajava L.*) DENGAN IRRADIASI MICROWAVE," *Indones. J. Chem. Sci.*, vol. 5, no. 3, pp. 195–201, 2016.
- [4] Y. Masakke, Sulfikar, and M. Rasyid, "Biosintesis Partikel-nano Perak Menggunakan Ekstrak Metanol Daun Manggis (*Garcinia mangostana L.*) Biosynthesis of Silver Nanoparticles using Methanol Extract of Mangosteen Leaves (*Garcinia mangostana L.*)," *J. Sainsmat*, vol. IV, no. 1, pp. 28–41, 2015.
- [5] A. Regina, M. Maimunah, and L. Yovita, "Penentuan Aktivitas Antioksidan, Kadar Fenolat Total dan Likopen pada Buah Tomat (*Solanum lycopersicum L.*)," *J. Sains dan Teknol. Farm.*, vol. 13, no. 1, 2008.
- [6] S. Kasim, P. Taba, Ruslan, and R. Anto, "Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Daun Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Sebagai Bioreduktor," *KOVALEN J. Ris. Kim.*, vol. 6, no. 2, pp. 126–133, 2020, doi: 10.22487/kovalen.2020.v6.i2.15137.
- [7] S. N. Komala, B. H. Budianto, and E. Basuki, "Studi Toksisitas: Ekstrak Metanol Bonggol Pisang Ambon (*Musa acuminata L. cv. Gros Michel*) terhadap *Aedes aegypti* (Diptera: Culcidae)," *ASPIRATOR - J. Vectorborne Dis. Stud.*, vol. 10, no. 2, pp. 93–102, 2018, doi: 10.22435/asp.v10i2.217.
- [8] Kementerian Pertanian Republik Indonesia, "Produksi Pisang Menurut Provinsi, Tahun 2015-2019," *Badan Pus. Stat. dan Direktorat Jenderal Hortik.*, vol. 2019, p. 2019, 2015.
- [9] sonja V. . Lumowa and S. Bardin, "UJI FITOKIMIA KULIT PISANG KEPOK (*Musa paradisiacaL.*) BAHAN ALAM SEBAGAI PESTISIDA NABATI BERPOTENSI MENEKAN SERANGAN SERANGGA HAMA TANAMAN UMUR PENDEK," *J. Sains dan Kesehat.*, vol. 1, no. 9, pp. 465–469, 2018, doi: 10.25026/jsk.v1i9.87.
- [10] D. Handoyo, "Pengaruh Lama Waktu Maserasi (Perendaman) Terhadap Kekentalan Ekstrak Daun Sirih ( *Piper Betle* ) The Influence Of Maseration Time (Immeration) On The Vocity Of Birthleaf Extract (Piper Betle)," *J. Farm. Tinctura*, vol. 2, no. 1, pp. 34–41, 2020.
- [11] R. H. Petrucci, *Kimia Dasar Prinsip dan Terapan Modern Edisi Keempat Jilid 3*. Jakarta: Erlangga, 2008.
- [12] A. J. Lehninger, *Dasar-Dasar Biokimia Jilid 1*, Ed 1. Jakarta: Erlangga, 1982.
- [13] S. Sudamardji, B. Haryono, and Suharji, *Prosedur Analisis untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberty, 1997.
- [14] E. Pratiwi, *Perbandingan Metode Maserasi, Remaserasi, Perkolasi Dan Reperkolasi Dalam Ekstraksi Senyawa Aktif Andrographolide Dari Tanaman Sambiloto (*Andrographis paniculata Nee*)*. Bogor: Institut Pertanian Bogor, 2010.
- [15] A. E. Novitasari and D. Z. Putri, "Isolasi dan Identifikasi Saponin pada Ekstrak Daun Mahkota Dewa Dengan Ekstraksi Maserasi," *J. Sains*, vol. 6, no. 12, pp. 10–14, 2016, [Online]. Available: <http://journal.unigres.ac.id/index.php/Sains/issue/view/88>.
- [16] P. P. Shrinivas and T. K. Subhash, "Author 's Accepted Manuscript," *Biochem. Biophys. Reports*, 2017, doi: 10.1016/j.bbrep.2017.03.002.
- [17] V. A. Fabiani *et al.*, "30533-75676594166-1-Sm," vol. 1, no. 2, pp. 68–76, 2018.
- [18] S. Nanopartikel, P. Ag, D. Reduktor, D. Salasa, H. Aritonang, and V. S. Kamu, "SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK (Ag) DENGAN REDUKTOR NATRIUM BOROHIDRIDA (NaBH<sub>4</sub>) MENGGUNAKAN MATRIKS NATA-DE-COCO," *Chem. Prog.*, vol. 9, no. 2, 2016, doi: 10.35799/cp.9.2.2016.27984.
- [19] Anonim, *Nanoteknologi- Kosakata-Bagian 4: Material berstruktur nano SNI ISO/TS 80004-4:2013*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 2017.