

Potensi nanopartikel perak yang disintesis menggunakan ekstrak daun melinjo sebagai larvasida

Romasni Sagala¹, Khairiza Lubis^{1*}, Chirstina Aritonang¹, Devintra Sitohang¹, Maria Silaban¹, Frianty Sihotang¹, Habil Akbar¹

¹Prodi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Medan

*Corresponding author: Jl. William Iskandar Pasar V, Deli Serdang, Sumatera Utara, Indonesia. 20371
E-mail addresses: khairizalubis@unimed.ac.id

Kata kunci

Aedes aegypti
Demam Berdarah Dengue
Gnetum gnemon
Larvasida
Nanopartikel perak

Keywords

Aedes aegypti
Dengue Hemorrhagic Fever
Gnetum gnemon
Larvicide
Silver Nanoparticles

Diajukan: 21 Oktober 2025
Ditinjau: 7 November 2025
Diterima: 16 Desember 2025
Diterbitkan: 29 Juni 2026

Cara Sitasi:

R. Sagala, K. Lubis, C. Aritonang, D. Sitohang, M. Silaban, F. Sihotang, H. Akbar, "Potensi nanopartikel perak yang disintesis menggunakan ekstrak daun melinjo sebagai larvasida", *Filogeni: Jurnal Mahasiswa Biologi*, vol. 6, no. 2, pp. 167-175, 2026.

Abstrak

Demam Berdarah Dengue (DBD) tetap menjadi masalah serius karena resistensi nyamuk *Aedes aegypti* terhadap insektisida kimia. Nanopartikel perak berbasis biosintesis ramah lingkungan kini dikembangkan sebagai alternatif, dengan daun melinjo yang mengandung metabolit sekunder berpotensi digunakan sebagai pereduksi AgNO₃. Pemanfaatan spesies ini belum pernah dilaporkan sebelumnya. Penelitian ini bertujuan mensintesis nanopartikel perak (AgNP) secara biologis menggunakan ekstrak daun melinjo (*Gnetum gnemon*) dan mengetahui potensinya sebagai larvasida. Biosintesis dilakukan dengan mereduksi larutan AgNO₃ 1 mM menggunakan ekstrak melinjo (1:30) pada pH 10. AgNP ditandai dengan perubahan warna larutan menjadi kekuningan hingga coklat. Hasil karakterisasi UV-Vis menunjukkan puncak serapan bergeser dari 398 nm menjadi 421,13 nm setelah 24 jam. Analisis SEM memperlihatkan partikel berbentuk bulat, pentagon dan heksagon yang berukuran 37,654 sampai dengan 877,131 nm, sedangkan FTIR mengidentifikasi gugus fungsi O–H, C≡C, dan C=O yang berperan dalam reduksi ion perak. Uji aktivitas larvasida terhadap larva *A. aegypti* menghasilkan nilai LC₅₀ sebesar 18.513 ppm yang termasuk kategori sangat toksik. Hasil menunjukkan bahwa daun melinjo berpotensi dalam mensintesis AgNO₃ menjadi AgNO₀, serta hasil sintesis dapat dimanfaatkan sebagai larvasida. Temuan ini memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan dengan menambah informasi tentang biosintesis nanopartikel perak (AgNP) menggunakan ekstrak daun melinjo (*G. gnemon*). Dari segi kesehatan masyarakat, penelitian ini memberikan alternatif pengendalian nyamuk *A. aegypti* yang lebih efektif dan berpotensi mengurangi risiko resistensi nyamuk terhadap insektisida kimia.

Abstract

Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) remains a serious health problem due to the resistance of *Aedes aegypti* mosquitoes to chemical insecticides. Environmentally friendly biosynthesized silver nanoparticles are now being developed as an alternative, with melinjo leaves containing secondary metabolites potentially used as AgNO₃ reducers. The utilization of this species has not been previously reported. This study aims to biologically synthesize silver nanoparticles (AgNPs) using melinjo (*Gnetum gnemon*) leaf extract and to determine their potential as a larvicide. Biosynthesis was carried out by reducing a 1 mM AgNO₃ solution using melinjo extract (1:30) at pH 10. The formation of AgNPs was indicated by a color change of the solution from yellowish to brown. UV–Vis characterization results showed that the absorption peak shifted from 398 nm to 421,13 nm after 24 hours. SEM analysis revealed spherical, pentagonal, and hexagonal particles with sizes ranging from 37,654

to 877,131 nm, while FTIR identified O–H, C≡C, and C=O functional groups that play a role in the reduction of silver ions. The larvicidal activity test against *A. aegypti* larvae produced an LC₅₀ value of 18,513 ppm, which is classified as highly toxic. The results indicate that melinjo leaves have potential in synthesizing AgNO₃ into Ag⁰, and the synthesized product can be utilized as a larvicide. These findings contribute to the development of scientific knowledge by adding information on the biosynthesis of silver nanoparticles (AgNPs) using melinjo (*G. gnemon*) leaf extract. From a public health perspective, this research provides a more effective alternative for controlling *A. aegypti* mosquitoes and has the potential to reduce the risk of mosquito resistance to chemical insecticides.

Copyright © 2026. The authors. This is an open access article under the CC BY-SA license

1. Pendahuluan

Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan sebuah penyakit yang disebabkan oleh virus dengue melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti*. Penyakit DBD dapat muncul sepanjang tahun dan dapat menyerang seluruh kelompok umur, termasuk ibu hamil, anak-anak dan orang dewasa. Pada tahun 2023, terdapat 114.720 kasus DBD dengan jumlah korban jiwa mencapai 894 orang. Pada April 2024, DBD kembali merebak di berbagai wilayah Indonesia [1]. Upaya pengendalian vektor nyamuk *A. aegypti* sangat penting untuk mengurangi penyebaran penyakit DBD. Penggunaan insektisida kimiawi telah menjadi metode yang umum digunakan. Namun, penggunaan insektisida kimiawi yang terus-menerus menimbulkan berbagai dampak negatif, termasuk resistensi pada nyamuk, kerusakan lingkungan dan dapat menyebabkan efek yang tidak diinginkan pada populasi yang bermanfaat dan bukan target organisme [2]. Kemudian strategi diperluas dengan menggunakan larvasida (*abate*) yang ditaburkan ke tempat penampungan air yang sulit dibersihkan akan tetapi belum memperlihatkan hasil yang memuaskan [3]. Oleh karena itu, diperlukan metode yang lebih tepat yang dapat mengatasi resistensi dan menuju sel target langsung.

Nanopartikel adalah komponen yang memiliki panjang partikel sekitar 1-100 nm dalam satu dimensi. Ukuran ini menjadi keunggulan utama karena memungkinkan penetrasi lebih baik ke dalam sel-sel organisme target. Nanopartikel perak (AgNP) telah dilaporkan sebagai antimikroba dan larvasidanya. Hal ini dikarenakan AgNP memiliki kemampuan untuk mengganggu proses biologis pada organisme, termasuk larva nyamuk, sehingga dapat mengurangi populasi mereka. [4]. Sintesis nanopartikel perak memerlukan bioreduktor untuk memaksimalkan penggunaannya, berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengendalikan ukuran serta bentuk nanopartikel tersebut. Metode yang umumnya digunakan adalah metode fisika dan kimia. Namun, metode-metode tersebut memerlukan tekanan tinggi, energi dalam jumlah besar, suhu tinggi, serta penggunaan bahan kimia yang beracun [5]. Disisi lain, nanopartikel perak yang diperoleh melalui sintesis biologis terbukti memiliki efektivitas tinggi terhadap vektor nyamuk terutama pemanfaatan daun tumbuhan. Daun menjadi salah satu alternatif yang lebih unggul sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel perak, karena kandungan senyawa kimia tertentu yang berfungsi sebagai agen pereduksi sekaligus penstabil [5].

Daun melinjo (*G. gnemon*) secara tradisional dikenal memiliki berbagai aktivitas biologi yang kaya akan antioksidan, sehingga memiliki kemampuan untuk menghambat radikal bebas dan berperan sebagai agen *anti-aging*. Aktivitas antioksidan ini berasal dari keberadaan senyawa fitokimia, seperti alkaloid, flavonoid, saponin, dan tannin. Senyawa-

senyawa tersebut juga berpotensi dimanfaatkan dalam biosintesis nanopartikel [6]. Selain itu daun melinjo cukup umum dan mudah diperoleh sehingga nantinya pemanfaatannya akan lebih maksimal dan efisien. Berdasarkan hasil penelitian terdahulu dilaporkan bahwa ekstrak daun *Rhizophora mucronata* yang digunakan untuk biosintesis nanopartikel perak menunjukkan aktivitas larvasida terhadap larva *A. aegypti* dan *Culex quinquefasciatus* [5]. Selain itu, pada penelitian sintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak daun *Nelumbo nucifera* terhadap vektor malaria dan filariasis menghasilkan efek larvasida *moderate* [7].

Dengan demikian, penulis melakukan penelitian terkait potensi nanopartikel perak (AgNP) yang disintesis menggunakan bioreduktor ekstrak daun melinjo (*G. gnemon*) dan pengaplikasiannya sebagai larvasida yang belum pernah dilaporkan sebelumnya. Temuan pada penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif strategi pengendalian vektor yang lebih ramah lingkungan, sekaligus memperluas pemanfaatan sumber daya hayati lokal sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel perak untuk aplikasi kesehatan masyarakat.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biologi, Fisika dan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam pada bulan April hingga September 2025.

Instrumentasi. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi gelas beker, erlenmeyer, pipet tetes, gelas ukur, oven timbangan analitik, aluminium foil, desikator, cup plastik, mikroskop stereo, spektrofotometer UV Vis, SEM, spektrofotometer FTIR, AgNO₃ 98% dari Merck (Jerman), aquabides, aquadest, NaOH 1M, daun melinjo (*Gnetum gnemon*), kertas saring, dan larva instar III *Aedes aegypti*.

Ekstraksi daun melinjo. Daun melinjo segar dicuci dengan air mengalir kemudian dengan aquades. Daun dipotong-potong kemudian ditimbang sebanyak 20 gr dan dimasukkan ke dalam gelas beaker yang berisi 100 ml aquabidest. Daun kemudian dipanaskan pada suhu 60°C selama 15 menit. Daun didinginkan di suhu ruang kemudian disaring dengan kertas saring Whatman No.1 [8].

Pembuatan larutan stok AgNO₃. Sebanyak 0,17 gr serbuk AgNO₃ dilarutkan dalam 100 mL aquabidest, kemudian diaduk hingga homogen sehingga menghasilkan larutan prekursor AgNO₃ dengan konsentrasi 10 mM. Larutan tersebut diencerkan dengan mengambil 10 mL dari larutan stok 10 mM dilarutkan ke dalam 90 mL aquabidest, sehingga menghasilkan larutan prekursor AgNO₃ dengan konsentrasi 1 mM [9].

Biosintesis nanopartikel perak. Sintesis nanopartikel perak dilakukan dengan mencampurkan ekstrak daun melinjo segar sebagai agen pereduksi dengan larutan prekursor AgNO₃. Perbandingan rasio 1:30, 1 mL ekstrak daun melinjo terhadap 30 mL larutan AgNO₃ kemudian dihomogenkan. Optomalisasi sintesis pH diatur pada pH 10 dengan menambahkan NaOH 1 M sesuai kebutuhan.

Karakterisasi spektrofotometer UV-Vis. Koloid nanopartikel perak dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk mengidentifikasi nanopartikel yang terbentuk berdasarkan nilai absorbansi dan panjang gelombang. Pengujian dilakukan pada koloid hasil sintesis nanopartikel perak pada berbagai waktu reaksi, yaitu 0 jam, 1 jam, 4 jam dan 24 jam pada panjang gelombang 300–700 nm. Dalam proses karakterisasi ini, aquabidest digunakan sebagai blangko [9].

Karakterisasi Fourier transmission infrared spectroscopy (FTIR). Setelah sintesis setelah 24 jam disentrifugasi dengan kecepatan 14.000 rpm selama 20 menit lalu dicuci 3 kali dengan aquabidest. Pelet yang mengandung AgNP ini kemudian digunakan untuk analisis FTIR [10]. Sampel kemudian dikirimkan ke Laboratorium Kimia Universitas Negeri Medan, untuk dianalisis.

Karakterisasi *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Pelet hasil pencucian dikeringkan di dalam desikator hingga berbentuk serbuk [11]. Kemudian sampel yang sudah berbentuk serbuk dikirimkan ke Laboratorium Fisika untuk discan menggunakan SEM.

Kultur telur dan identifikasi larva *Aedes. Aegypti*. Kultur dilakukan untuk memperoleh telur nyamuk *A. aegypti* agar bisa dikembangkan menjadi larva instar III melalui ovitrap. Telur yang terlihat pada permukaan air selanjutnya dikembangkan biakkan sampai tahap instar III. Larva instar III merupakan larva yang berumur 2 hari setelah larva instar II. Larva Instar III berukuran 4-5 mM dimana duri-duri dada mulai jelas dan corong pernapasan berwarna coklat kehitaman [12]. Identifikasi dilakukan dengan pengamatan mikroskopis.

Uji aktivitas larvasida. Uji aktivitas dilakukan dengan memasukkan larva instar III *A. aegypti* ke dalam larutan nanopartikel perak yang telah disintesis menggunakan bioreduktor ekstrak daun melinjo. Uji dilakukan sesuai dengan standar WHO dengan modifikasi tertentu. Untuk setiap pengujian, 10 larva dimasukkan ke dalam gelas plastik berisi berbagai konsentrasi 3 ppm, 5 ppm, 10 ppm, 14 ppm dan 20 ppm [13]. Setiap perlakuan dilakukan dalam tiga kali pengulangan mencakup kelompok kontrol yang ditetapkan yaitu aquadest sebagai kontrol negatif dan bubuk abate sebagai kontrol positif. Setiap perlakuan dan kontrol diletakkan dalam ruangan dengan siklus terang/gelap 16:8 jam. Pengamatan terhadap kematian larva dilakukan setelah 24 jam [14].

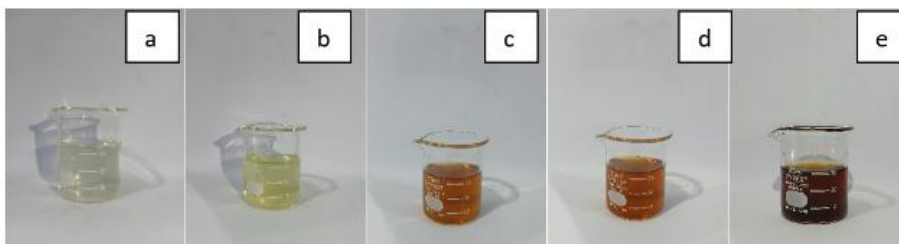
Analisis data. Data yang diperoleh dari hasil sintesis dianalisis secara deskriptif berdasarkan literatur terdahulu. Data hasil karakterisasi UV-Vis *Spectrofotometry* dan FTIR dianalisis dengan *software Origin*. Gambar hasil SEM dianalisis dengan menggunakan *software Image j*. Data hasil uji toksisitas dianalisis secara kuantitatif dengan menggunakan rumus presentase mortalitas kemudian dilakukan analisis probit dengan menggunakan SPSS VER.31.0.1.0 untuk mengetahui nilai *Lethal Concentration* (LC₅₀). Perhitungan presentase mortalitas larva pada tiap konsentrasi dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut [15].

$$\text{Persentase Mortalitas} = \frac{\text{Jumlah Larva mati}}{\text{Jumlah Larva Uji}} \times 100\%$$

3. Hasil dan Pembahasan

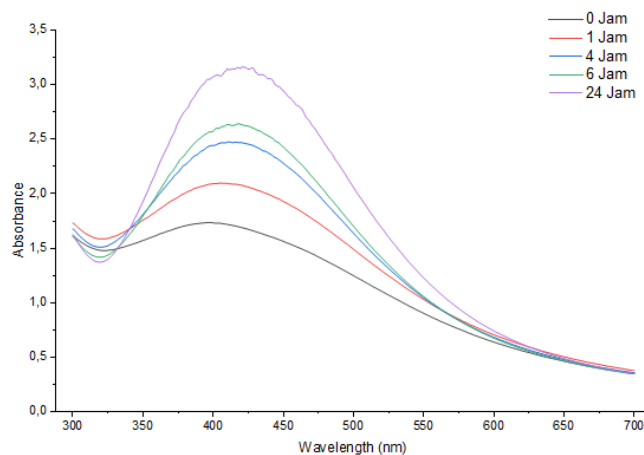
3.1 Hasil Penelitian

Biosintesis nanopartikel perak yang dilakukan dengan prinsip metode reduksi kimia dengan menggunakan prekursor larutan AgNO₃ dengan konsentrasi 1 mM dan ekstrak segar daun melinjo sebagai prekursor. Pengujian dilakukan dengan perbandingan 1:30. Ekstrak segar sebanyak 1 ml dan prekursor sebanyak 30ml dioptimalisasi dengan bantuan NaOH 0,1 M hingga pHnya menjadi 10, menghasilkan warna koloid menjadi kecoklatan seiring bertambahnya waktu kontak. Gambar hasil penelitian dapat dilihat di Gambar 1.



Gambar 1. Hasil reaksi sintesis nanopartikel perak setelah a. 0 jam; b. 1 jam; c. 4 jam; d. 6 jam; e. 24 jam

Hasil pengamatan yang telah dilakukan pada panjang gelombang 300-700 nm dan dianalisis dengan *software Origin* untuk mendapatkan seluruh grafik dapat dilihat pada Gambar 2.



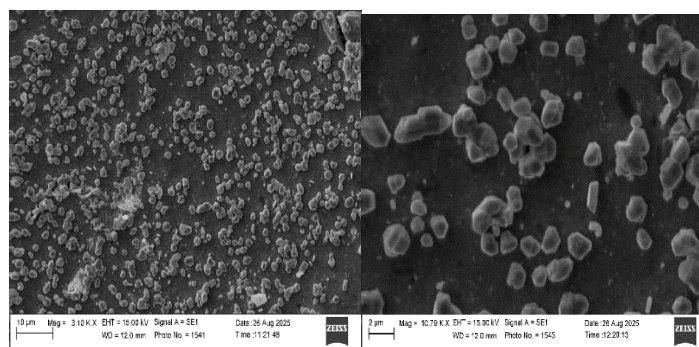
Gambar 2. Grafik spektrum serapan UV-Vis dari nanopartikel perak yang disintesis menggunakan daun melinjo

Tabel kenaikan *Surface Plasmon Resonance* (SPR) dari koloid hasil sintesis nanopartikel perak menggunakan bioreduktor ekstrak daun melinjo berdasarkan grafik UV-Vis dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis serapan UV-Vis nanopartikel perak yang disintesis menggunakan daun melinjo

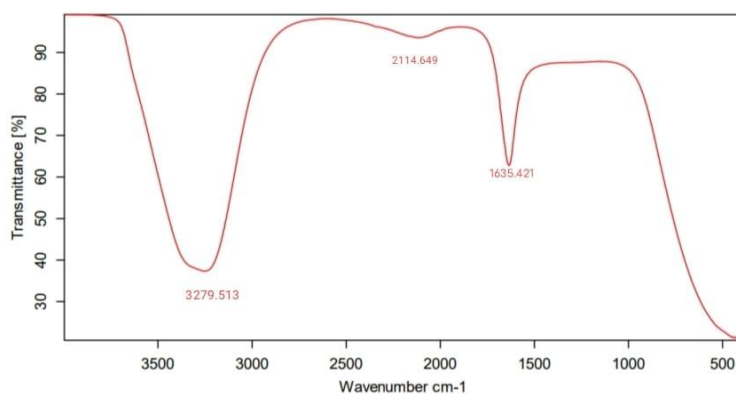
Waktu sintesis (Jam)	Panjang gelombang (nm)	Absorbansi
0	398	1,735
1	405	2,099
4	410	2,475
6	418	2,643
24	421,13	3,169

Hasil scan pada perbesaran 3.10 K dan 10.79 K dapat dilihat pada Gambar 3. Morfologi partikel yang diamati berbentuk struktur segitiga, pentagon, dan heksagon dengan ukuran 37, 654 nm hingga 877,131 nm.



Gambar 3. Mikrografi SEM nanopartikel perak yang disintesis dengan daun *G.gnemon* pada perbesaran 3.10 K dan 10.79 K

Karakterisasi FTIR dapat dilihat pada Gambar 4. menunjukkan terbentuknya gugus fungsi pada 3 gelombang.

Gambar 4. Spektrum FT-IR nanopartikel perak yang disintesis dengan daun *G.gnemon*

Hasil presentase mortalitas dianalisis dengan analisis probit untuk mendapatkan nilai LC_{50} dengan menggunakan *Software* SPSS dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Aktivitas larvasida nanopartikel perak yang disintesis menggunakan *G.gnemon* terhadap *A. Aegypti* instar III setelah 24 jam

Perlakuan (ppm)	Presentase Mortalitas (24 Jam)	LC_{50} (95% LCL-UCL)	Chi-square ($d.f.=2$)	Sig.
3	3,33			
5				
10	23,33			
14	40	18,513 (14,105-33,708)	0,106	0,948
20	53,33			
Kontrol (-)	3,33			
Kontrol (+)	100			

3.2 Pembahasan

Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan adanya pembentukan nanopartikel perak yang dapat diamati secara kualitatif melalui perubahan warna koloid. Pada tahap awal reaksi, larutan berwarna kekuningan, kemudian seiring berjalannya proses reduksi warna koloid berubah menjadi kecoklatan seiring dengan bertambahnya waktu kontak [16]. Perubahan warna koloid menandakan adanya proses reduksi ion Ag^+ menjadi Ag^0 dengan bantuan senyawa flavonoid dari ekstrak daun melinjo yang dioptimalisasi dengan bantuan NaOH 0,1 M hingga pHnya menjadi 10 karena pH basa dapat membantu reaksi sintesis nanopartikel perak lebih cepat [17]. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilaporkan oleh Fatihin dkk. (2016), yang menunjukkan peningkatan warna dengan peningkatan interval waktu karena produksi nanopartikel meningkat.

Berdasarkan Gambar 2. dan Tabel 1 dapat dilihat adanya pergeseran panjang gelombang maksimum dari 398 nm pada jam ke-0 yang terus meningkat seiring bertambahnya waktu kontak hingga 421,13 nm pada jam ke-24. Pergeseran ini menandakan adanya perubahan ukuran partikel koloid yang terbentuk, dimana pertambahan partikel menyebabkan panjang gelombang serapan semakin tinggi. Suatu material dikatakan telah berbentuk nanopartikel apabila puncak serapan daerah *visible* antara 400-500 nm [17]. Puncak SPR serupa dilaporkan dari sintesis nanopartikel perak dengan ekstrak daun ilalang menghasilkan puncak serapan pada panjang gelombang maksimum 420 nm [18].

Selain perubahan panjang gelombang, absorbansinya juga menunjukkan peningkatan yang signifikan seiring waktu, dari 1,735 pada awal sintesis hingga 3,169 pada jam ke-24.

Peningkatan serapan menandakan bahwa jumlah nanopartikel yang terbentuk semakin banyak karena reaksi reduksi ion logam. Menurut hukum *Beer-Lambert*, Absorbansi meningkat sebanding dengan konsentrasi partikel dan panjang lintasan cahaya, sehingga larutan nanopartikel dengan konsentrasi sangat tinggi mudah menghasilkan nilai absorbansi yang besar [19]. Selain itu Spektrofotometer UV-Vis adalah teknik yang didasarkan pada penyerapan dan hamburan radiasi elektromagnetik pada nanopartikel dalam larutan koloid. Partikel yang lebih besar atau agregasi partikel meningkatkan kemampuan hamburan dan menyerap cahaya pada panjang gelombang yang lebih panjang. Larutan dengan konsentrasi lebih tinggi menghasilkan absorbansi yang sangat tinggi.

Pada Gambar 3 dapat dilihat morfologi nanopartikel perak yang terbentuk adalah bulat, segitiga, pentagon, dan heksagon. Hal ini sejalan dengan penelitian sintesis nanopartikel perak yang disintesis dengan menggunakan bioreduktor daun *N. Nucifera* dan dikarakterisasi dengan SEM menghasilkan partikel berbentuk struktur segitiga, pentagon, dan heksagon [14]. Pada penelitian ini juga dapat dilihat beberapa partikel mengendap satu sama lain sehingga ukurannya bervariasi. Ukuran terkecil yang dapat dianalisis dengan software *image j* adalah 37, 654 hingga 877.131 nm. Aglomerasi dan variasi ukuran dengan rentang yang jauh dapat terjadi karena adanya gaya *van der waals* yang menyebabkan partikel saling menarik satu sama lain [18]. Selain itu aglomerasi juga dapat disebabkan karena kesalahan selama sentrifugasi. Menurut literatur sentrifugasi disarankan di kecepatan 20.000 rpm selama 20 menit. Namun karena keterbatasan alat sentrifugasi dilakukan di kecepatan 14.000 rpm selama 30 menit. Sentrifugasi dengan kecepatan yang lebih rendah dan waktu yang jauh lebih lama menyebabkan aglomerasi pada nanopartikel yang diambil sebagai sampel SEM.

Gambar 4 menunjukkan hasil pembentukan gugus fungsi terdeteksi pada 3 bilangan gelombang. Gelombang 3279.513 cm^{-1} menunjukkan serapan khas dari gugus fungsi O-H (hidroksil) yang biasanya berasal dari senyawa fenolik, flavonoid, atau gugus alkohol. Pada ekstrak daun melinjo, senyawa bioaktif seperti flavonoid dan polifenol yang memiliki gugus -OH berperan sebagai agen pereduksi ion Ag^+ menjadi Ag^0 pada sintesis nanopartikel perak. Gelombang $2114,649\text{ cm}^{-1}$ umumnya dikaitkan dengan gugus $\text{C}\equiv\text{C}$ atau ikatan rangkap tiga alkuna [19]. Sedangkan bilangan gelombang $1635,421\text{ cm}^{-1}$ Daerah ini biasanya menunjukkan *stretching vibration* (karboksil) dari gugus protein atau aldehid/keton. Pada biosintesis nanopartikel perak, gugus tengah dari protein berperan penting sebagai penstabil nanopartikel [20]. Spektrum FTIR membuktikan bahwa media reaksi mengandung agen pereduksi dan stabilisasi seperti gula, protein, dan asam amino yang berperan dalam sintesis ini.

Hasil penelitian Nallusamy dkk. (2025) dengan uji FTIR melaporkan AgNPs dari sekam padi menunjukkan puncak utama pada $3332,99\text{ cm}^{-1}$ yang dikaitkan dengan regangan O-H dari gugus asam karboksilat atau fenolik pada lignin. Puncak lain yang penting terlihat pada $2931,80\text{ cm}^{-1}$ (CH_2 *stretching*), $2360,87\text{ cm}^{-1}$ (alkuna atau amonium), serta $1635,64\text{ cm}^{-1}$ yang berhubungan dengan regangan C-N dan C-C dari protein atau amida. Hal yang serupa juga dilaporkan Singh & Mijakovic (2022) dimana hasil penelitian uji FTIR sintesis nanopartikel perak salah satu gelombang $1635,21\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan gugus karboksil (-C=O), dan gugus karbonil (-C=O) dari *stretching vibration of protein*. Berdasarkan gugus fungsi dari laporan ini mirip dengan gugus fungsi sintesis nanopartikel perak dengan daun *G.gnemon* sehingga temuan ini menunjukkan adanya keterlibatan senyawa fenolik, protein, dan amina dari biomolekul sebagai agen penstabil sekaligus capping dari nanopartikel perak.

Berdasarkan Tabel 2 yang menunjukkan korelasi positif antara peningkatan konsentrasi perlakuan dengan persentase mortalitas larva dan interval waktu pengamatan.

Hasil terhadap kelompok kontrol juga menunjukkan validitas tinggi pada uji aktivitas larvasida ini. Mortalitas pada kontrol negatif adalah 3.33 % berada di bawah ambang batas WHO yaitu <5 %, sehingga tidak diperlukan perhitungan abbot. Konsentrasi perlakuan tertinggi yaitu 20 ppm menghasilkan mortalitas 53.33 % setelah 24 jam. Berdasarkan tabel hasil analisis probit maka nilai *Lethal Concentration* (LC_{50}) adalah sebesar 18,513 dengan interval 14,105-33,708 ppm. Suatu zat dikatakan sangat toksik apabila nilai $LC_{50} < 30$ ppm dan dikategorikan toksik apabila berada pada rentang 30-1000 ppm [21].

Hasil analisis probit LC_{50} dari nanopartikel yang disintesis dengan daun *G. gnemon* dapat dikategorikan sangat toksik. Meskipun tergolong sangat toksik nilai ini sangat berbanding jauh dengan hasil penelitian Parthiban dkk. (2018) yang pernah dilaporkan sebelumnya dengan konsentrasi yang sama setelah 24 jam mampu membunuh 100% larva instar IV dengan konsentrasi yang sama dengan nilai LC_{50} 4,43 $\mu\text{g/mL}$ atau 4,43ppm. Kelemahan efektifitas dari nanopartikel perak yang disintesis dengan daun melinjo ini disebabkan oleh adanya aglomerasi yang sebelumnya sudah dikarakterisasi pada UV-VIS dan SEM. Aglomerasi menyebabkan ukuran partikel tidak merata dan menggumpal sehingga diameternya lebih besar dari yang diharapkan. Ukuran yang besar sulit memasuki tubuh larva *A. aegypti*. Hal ini sejalan dengan pernyataan Santhoshkumar dkk. (2011) yang menyatakan bahwa kemampuan toksisitas nanomaterial bergantung pada ukuran, bentuk, agen pelapis/penutup dan jenis patogennya.

4. Kesimpulan

Daun melinjo (*G. gnemon*) dapat digunakan sebagai agen pereduksi AgNO_3 menjadi AgNO^0 dengan mengatur kondisi pH menjadi basa. Pengaplikasian nanopartikel perak yang disintesis dengan bioreduktor daun melinjo (*G. gnemon*) berpotensi sebagai larvasida *Ae. aegypti* instar III dengan nilai LC_{50} sebesar 18,513 ppm (bersifat sangat toksik). Untuk memaksimalkan hasil penelitian ini, disarankan dilakukan penelitian lanjutan berupa karakterisasi sintesis menggunakan XRD dan TEM untuk memperoleh data yang lebih spesifik. Selain itu, uji toksisitas nontarget terhadap hewan lain yang berpotensi kontak dengan larvasida biosintesis nanopartikel perak, seperti mamalia, perlu dilakukan agar pemanfaatannya lebih aman. Pengembangan aplikasi lain, seperti uji aktivitas antibakteri dan antijamur, juga penting untuk mengetahui potensi pemanfaatan lebih lanjut.

Daftar Pustaka

- [1] Direktorat Jenderal Tenaga Kesehatan and Kemenkes RI, “Laporan Kinerja Direktorat Perencanaan Tenaga Kesehatan 2024,” 2024, Ditjen Tenaga Kesehatan, Kemenkes RI.
- [2] H. Ga'al, H. Fouad, J. Tian, Y. Hu, G. Abbas, and J. Mo, “Synthesis, characterization and efficacy of silver nanoparticles against *Aedes albopictus* larvae and pupae,” *Pestic. Biochem. Physiol.*, vol. 144, pp. 49–56, 2018, doi: 10.1016/j.pestbp.2017.11.004.
- [3] Zulheri, Thomson P Nadapdap, and May Elisa, “Faktor-faktor yang mempengaruhi pelaksanaan psn dalam penanggulangan kasus demam berdarah di Puskesmas Helvetia Medan tahun 2020,” *Evidance Based J.*, vol. 5, no. 1, pp. 279–289, 2024, doi: 10.71283/ebj.v5i1.152.
- [4] L. yudistira Yusan, Y. Nailufa, and H. Subagio, *Nanopartikel Kitosan Limbah Cangkang Rajungan (Portunus Pelagicus)*. Surabaya: Scopindo Media Pustaka, 2023.
- [5] M. Gnanadesigan, M. Anand, S. Ravikumar, M. Maruthupandy, V. Vijayakumar, S. Selvam, M. Dhineshkumar, and A. K. Kumaraguru, “Biosynthesis of silver nanoparticles by using mangrove plant extract and their potential mosquito larvicidal property,” *Asian Pac. J. Trop. Med.*, vol. 4, no. 10, pp. 799–803, 2011, doi: 10.1016/S1995-7645(11)60197-1.
- [6] K. Prajnaparamita and S. Susanti, “Karakter morfologis dan perkembangan anatomis biji melinjo (*Gnetum gnemon* L.),” *Jurnal Biogenesis*, vol. 17, no. 2, p. 49, 2021, doi: 10.31258/biogenesis.17.2.49-60.
- [7] F. La Tapa, E. Suryanto, and L. I. Momuat, “Biosintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak empelur

- batang sagu baruk (*Arenga microcarpha*) dan aktivitas antioksidannya,” *Chem Prog*, vol. 9, no. 1, pp. 8–13, 2016, doi: 10.35799/cp.9.1.2016.13907.
- [8] O. Ketebu and E. E. Gede, “Green synthesis of silver nanoparticles using mixture of *Gnetum africanum* and *Heinsia crinita* leaf extracts,” *Int. J. Acad. Eng. Res.*, vol. 4, no. 4, pp. 17-23, 2020.
- [9] E. R. J. Mangkay, A. O. Setiawan, and F. Razi, “Green synthesis nanopartikel perak menggunakan bioreduktor ekstrak biji buah bungong jeumpa Aceh sebagai antibakteri pada hand sanitizer,” *J. Serambi Eng.*, vol. 8, no. 2, pp. 5924-5932, 2023, doi: 10.32672/jse.v8i2.5994.
- [10] K. Chand, D. Cao, D. E. Fouad, A. H. Shah, A. Q. Dayo, K. Zhu, M. N. Lakhan, G. Mehdi, and S. Dong, “Green synthesis, characterization and photocatalytic application of silver nanoparticles synthesized by various plant extracts,” *Arab. J. Chem.*, vol. 13, no. 11, pp. 8248–8261, 2020, doi: 10.1016/j.arabjc.2020.01.009.
- [11] I. Patabang, S. Kasim, and P. Taba, “Sintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak daun kluwak pangium edule reinw sebagai bioreduktor dan uji aktivitasnya sebagai antioksidan,” *J. Ilmu Alam dan Lingkung.*, vol. 10, no. 1, pp. 42-50, 2019, doi: 10.20956/jal.v10i1.6557.
- [12] M. Mawardi and R. Busra, “Studi perbandingan jenis sumber air terhadap daya tarik nyamuk *Aedes aegypti* untuk bertelur,” *J Serambi Eng*, vol. 4, no. 2, pp. 593–602, 2019, doi: 10.32672/jse.v4i2.1444.
- [13] E. Parthiban, N. Manivannan, R. Ramanibai, and N. Mathivanan, “Green synthesis of silver-nanoparticles from *Annona reticulata* leaves aqueous extract and its mosquito larvicidal and anti-microbial activity on human pathogens,” *Biotechnol. Reports*, vol. 21, pp. 1–10, 2018, doi: 10.1016/j.btre.2018.e00297.
- [14] T. Santhoshkumar, A. A. Rahuman, G. Rajakumar, S. Marimuthu, A. Bagavan, C. Jayaseelan, A. A. Z, “Synthesis of silver nanoparticles using *Nelumbo nucifera* leaf extract and its larvicidal activity against malaria and filariasis vectors,” *Parasitol. Res.*, vol. 108, no. 3, pp. 693–702, 2011, doi: 10.1007/s00436-010-2115-4.
- [15] H. N. Putri, D. P. K. Wardani, I. Hikmawati, and M. L. Almanfaluthi, “Efektivitas kombinasi ekstrak lidah buaya dan lidah mertua terhadap mortalitas larva *Aedes aegypti*,” *BALABA*, vol. 18, no. 1, pp. 53–64, 2022, doi: 10.22435/blb.v18i1.5354.
- [16] S. Fatihin, Hajono, and S. B. W. Kusuma, “Sintesis nanopartikel perak menggunakan bioreduktor ekstrak buah jambu biji merah (*Psidium guajava* L.),” *Indones. J. Chem. Sci.*, vol. 5, no. 3, pp. 174–177, 2016.
- [17] S. Qurrataayun, Y. Rifai, and H. Rante, “Sintesis hijau nanopartikel perak (Agnp) menggunakan ekstrak daun serai (*Cymbopogon citratus*) sebagai bioreduktor,” *Maj. Farm. dan Farmakol.*, vol. 26, no. 3, pp. 124–128, 2022, doi: 10.20956/mff.v26i3.21047.
- [18] A. S. Zulaicha, I. S. Saputra, I. P. Sari, M. A. Ghifari, Y. Yulizar, Y. N. Permana, and S. Sudirman, “Green synthesis nanopartikel perak (AgNPs) menggunakan bioreduktor alami ekstrak daun ilalang (*Imperata cylindrica* L.),” *Rafflesia J. Nat. Appl. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 11–19, 2021, doi: 10.33369/rjna.v1i1.15588.
- [19] N. Nallusamy, N. A. M. K. Rufadzil, J. B. Murally, J. Z. Liam, W. N. D. W. Fauzi, H. D. M. Jefri, A. A. Amirul, S. Ramakrishna, and S. Vigneswari, “Green synthesis and characterization of silver nanoparticles using rice (*Oryza sativa*) and spent coffee (*Coffea robusta*) grounds from agricultural waste,” *Food Technol. Biotechnol.*, vol. 63, no. 2, pp. 159–167, 2025, doi: 10.17113/ftb.63.02.25.8925.
- [20] P. Singh and I. Mijakovic, “Strong Antimicrobial activity of silver nanoparticles obtained by the green synthesis in *Viridibacillus* sp. extracts,” *Front. Microbiol.*, vol. 13, no. 820048, pp. 1-13, 2022, doi: 10.3389/fmicb.2022.820048.
- [21] WHO, *Guidelines for laboratory and field testing of mosquito larvicides*. World Health Organization, 2005.