

POTENSI DAUN KETAPANG (*TERMINALIA CATAPPA*) SEBAGAI BIOREDUKTOR UNTUK SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK DALAM PENYERAPAN METILEN BIRU

Mega Wati Siregar*, Yanuar

Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau

*E-mail korespondensi: wati.mega233@gmail.com

ABSTRACT

*Silver nanoparticles are produced by chemical method, but this method can have a negative impact on the environment due to the use of toxic substances. So, green synthesis is more desirable for producing silver nanoparticles that has the minimum environmental hazard. Biosynthesis of silver nanoparticles was mixed using ketapang leaf extract (*Terminalia Catappa*) as a bioreductor to potential of methylene blue absorption. Silver nanoparticles is a good semiconductor materials used as photocatalists to absorbing of methylene blue. The synthesis process was carried out at a temperature of 80 °C for 10 minutes. The analysis of UV-Vis spectra found that the silver nanoparticles were synthesized using comparison of extract and AgNO_3 solution 1:7 with maximum wavelength absorption which is characteristic of the formation of silver nanoparticles at a wavelength 424 nm. SEM characterization indicates that the silver nanoparticles had a morphology of nanofibers. In this study showed that higher contact time of degradation will increase the percentage of methylene blue degradation. The degradation activity of methylene blue at a concentration of 25 mg/L in an optimal time of 6 hours resulted in degradation values of 86.13%.*

Keywords: Bioreductor, Silver Nanoparticles, Ketapang Leaf, Methylene Blue.

ABSTRAK

*Nanopartikel perak dapat disintesis dengan metode kimia, namun metode ini dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan karena penggunaan zat beracun. Sehingga metode biosintesis lebih diminati karena ramah lingkungan. Biosintesis nanopartikel perak dilakukan menggunakan bioreduktor ekstrak daun ketapang (*Terminalia Catappa*) sebagai potensi untuk penyerapan metilen biru. Nanopartikel perak adalah bahan semikonduktor yang memiliki potensi sebagai fotokatalis untuk menyerap metilen biru. Proses biosintesis berlangsung pada suhu 80 °C selama 10 menit. Hasil karakterisasi UV-Vis menunjukkan bahwa nanopartikel perak yang disintesis menggunakan perbandingan ekstrak dan larutan AgNO_3 1:7 memiliki serapan panjang gelombang yang merupakan karakteristik pembentukan nanopartikel perak pada panjang gelombang 424 nm. Analisa SEM menunjukkan bahwa nanopartikel perak memiliki bentuk morfologi berupa serat nano atau nanofiber. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama waktu kontak degradasi maka semakin besar persentasi degradasi zat warna metilen biru. Nanopartikel perak mampu mendegradasi metilen biru dengan konsentrasi 25 mg/L dengan nilai efisiensi degradasi pada waktu optimum 6 jam adalah 86,13%.*

Kata kunci: Bioreduktor, Nanopartikel Perak, Daun Ketapang, Metilen Biru.

Diterima 24-10-2021 | Disetujui 13-11-2021 | Dipublikasi 30-11-2021

PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan industri tekstil mengakibatkan peningkatan penggunaan zat warna yang dapat mencemari lingkungan. Limbah cair zat warna mengandung bahan-

bahan beracun dan berbahaya. Keberadaan limbah cair dalam perairan dapat menghalangi sinar matahari menembus lingkungan akuatik, sehingga mengganggu proses biologis yang terjadi di dalamnya [1]. Salah satu zat warna yang sering digunakan adalah zat warna metilen

biru. Senyawa metilen biru mempunyai struktur benzena yang sulit terurai, bersifat toksik, karsinogenik dan mutagenik [2]. Oleh karena itu, untuk mengatasi masalah zat warna tersebut digunakan metode degradasi menggunakan nanopartikel logam sebagai katalis. Dalam penelitian ini, nanopartikel logam yang digunakan adalah perak. Nanopartikel perak memiliki beberapa sifat yang menarik yaitu konduktivitas listrik yang baik, stabilitas kimia, antijamur dan antibakteri [3].

Nanopartikel perak dilaporkan sebagai fotokatalis yang efektif untuk mendegradasi struktur kompleks dari zat warna dibawah sinar tampak. Nanopartikel perak memiliki permukaan plasmon penyerapan di wilayah UV-Vis (SPR). Adanya *Surface Plasmon Area* mengakibatkan nanopartikel perak dapat menyerap lebih banyak sinar dan menghasilkan banyak elektron dan *hole* positif. Kemudian membentuk radikal superoksida dan radikal hidroksil yang membantu menguraikan polutan organik menjadi zat yang aman bagi lingkungan [4].

Nanopartikel perak disintesis dengan metode *green synthesis* yang memanfaatkan bahan alam sebagai bioreduktor. Beberapa faktor yang mempengaruhi proses sintesis nanopartikel logam memanfaatkan agen biologi antara lain jenis dan konsentrasi peresuksi atau prekursor dan jenis organisme. Agen biologi berperan sebagai penstabil, pereduksi atau keduanya dalam proses sintesis nanopartikel [5]. Konsentrasi garam perak, jenis reduktor, temperatur dan waktu reaksi merupakan parameter yang menentukan ukuran partikel pada proses sintesis nanopartikel [6].

Beberapa jenis tumbuhan mengandung senyawa kimia tertentu yang dapat berperan sebagai pereduksi dan telah banyak dilakukan penelitian yang berkaitan dengan sintesis nanopartikel perak dengan bahan dasar ion perak dan ekstrak tumbuhan. Sintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak daun ketapang diperoleh ukuran partikel 40–80 nm [7]. Sintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak daun pucuk idat menghasilkan ukuran partikel 39,59 nm [8]. Hasil sintesis

nanopartikel menggunakan ekstrak daun eceng gondok dengan ukuran partikel 15,6–76,9 nm [9]. Ekstrak yang digunakan mengandung metabolit sekunder seperti terpenoid dan flavonoid yang memiliki aktivitas antioksidan sehingga dapat berperan sebagai bioreduktor untuk menghasilkan nanopartikel perak [10].

Ketapang salah satu tumbuhan yang memiliki potensi sebagai bioreduktor dalam mensintesis nanopartikel perak dan merupakan sumber daya alam terbarukan. Daun ketapang memiliki kandungan flavonoid, saponin, fenolik yang memiliki aktivitas antioksidan. Senyawa fenolik yang terkandung dalam ekstrak daun ketapang mampu mereduksi Ag^+ menjadi Ag^0 [11].

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini dilakuakn untuk mensintesis nanopartikel perak dengan metode biosintesis dengan memanfaatkan ekstrak daun ketapang sebagai reduktor dan penstabil partikel. Selanjutnya, nanopartikel perak akan dikarakterisasi dengan UV-Vis, SEM dan kemudian diuji kemampuannya dalam menyerap zat warna metilen biru.

METODE PENELITIAN

Sintesis Nanopartikel Perak

Proses sintesis nanopartikel perak di mulai dengan membuat ekstrak daun ketapang. Daun ketapang diperoleh dan dikumpulkan dari lingkungan Universitas Riau, Pekanbaru. Daun yang telah disiapkan dicuci hingga bersih dan dikeringkan pada suhu $100^{\circ}C$ di dalam oven selama 90 menit untuk menghilangkan kelembaban dan kotoran yang menempel pada daun. Daun yang telah kering dihaluskan dan diayak. 5 g serbuk kering daun ketapang ditambahkan dengan 200 mL aqua DM, kemudian dipanaskan pada suhu $80^{\circ}C$ selama 10 menit disertai dengan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer*. Selanjutnya larutan dibiarkan dingin sampai mencapai suhu ruang kemudian disaring menggunakan kertas whattman no 1. Sebuah filtrat diperoleh sebagai ekstrak daun ketapang yang akan digunakan

sebagai bioreduktor pada sintesis nanopartikel perak. Sintesis nanopartikel perak dilakukan dengan mereaksikan 35 mg/L larutan AgNO₃ 1 mM dengan 5 mg/L larutan ekstrak daun ketapang sebagai reduktan. NaOH 1 M ditetesi ke dalam larutan sintesis hingga pH larutan mencapai 10. Selanjutnya larutan dipanaskan pada suhu 80°C selama 15 menit. Kemudian dianalisa dengan Spektroskopi UV-Vis dan SEM.

Uji Penyerapan Metilen Biru

Larutan standar metilen biru diperoleh dari larutan induk 1000 mg/L kemudian diencerkan menjadi 100 mg/L dan diencerkan kembali menjadi 25 mg/L. Kurva standar metilen biru 25 mg/L diperoleh dengan menggunakan spektroskopi UV-Vis dengan panjang gelombang 500 – 700 nm. Larutan Metilen Biru dengan konsentrasi 25 mg/L dimasukkan ke dalam gelas *beaker* dan ditambahkan 25 mg/L nanopartikel perak yang sudah disintesis dengan menggunakan ekstrak daun ketapang dengan konsentrasi Ag 1 mM, kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama waktu total 8 jam. Setiap dua jam sekali larutan diambil, kemudian diukur absorbansinya menggunakan UV-Vis dengan panjang gelombang 664 nm untuk mendapatkan efisiensi degradasi. Persentase penyerapan metilen biru oleh nanopartikel perak dihitung menggunakan Persamaan (1).

$$\% \text{ Degradasi} = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100\% \quad (1)$$

dimana C_o adalah konsentrasi larutan metilen biru sebelum terdegradasi dan C_e adalah konsentrasi larutan metilen biru setelah terdegradasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Sintesis Nanopartikel Perak

Penelitian ini berhasil mensintesis nanopartikel perak menggunakan bioreduktor

ekstrak daun ketapang yang ditandai dengan terjadinya perubahan warna larutan. Beberapa parameter yang mempengaruhi proses sintesis nanopartikel perak antara lain temperatur, pH, konsentrasi garam, agen pereduksi dan waktu reaksi. Hasil sintesis nanopartikel perak dengan bioreduktor ekstrak daun ketapang ditunjukkan pada Gambar 1.



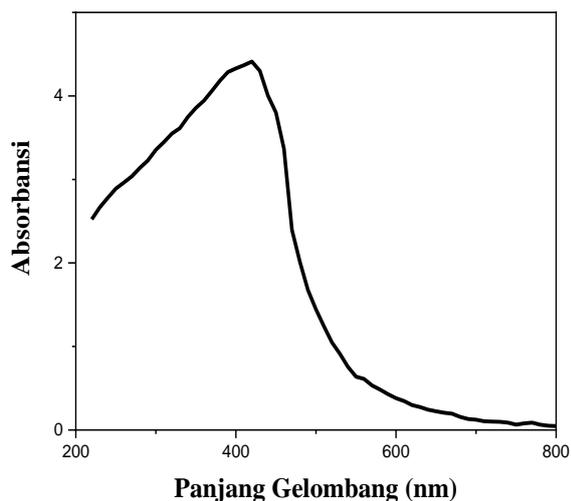
Gambar 1. Hasil sintesis nanopartikel perak.

Pada proses sintesis terjadi perubahan warna larutan saat ditetesi larutan NaOH dari warna kuning bening menjadi warna cokelat kehitaman. Kemudian warna larutan semakin pekat saat dilakukan pemanasan. Perubahan warna larutan dari kuning menjadi cokelat kehitaman menandakan telah terbentuknya nanopartikel perak [12]. Perubahan warna tersebut terjadi akibat proses reduksi oksidasi. Semakin pekat warna yang dihasilkan menunjukkan adanya korelasi dengan jumlah nanopartikel yang terbentuk [13]. Banyaknya senyawa organik yang teroksidasi mengakibatkan semakin banyak Ag⁺ yang mengalami reduksi menjadi Ag⁰ dan konsentrasi nanopartikel perak yang terbentuk semakin meningkat [14].

Hasil Pengujian Nanopartikel Perak dengan Spektroskopi UV-Vis

Hasil uji UV-Vis nanopartikel perak yang disintesis menggunakan bioreduktor ekstrak daun ketapang diperoleh pita SPR nanopartikel perak berbentuk tajam dan intens dengan

puncak panjang gelombang 424 nm. spektrum panjang gelombang ini merupakan karakteristik absorbansi nanopartikel perak yang terbentuk pada panjang gelombang 410 – 450 nm [15]. Puncak disekitar 424 nm mengindikasikan telah tereduksinya ion Ag^+ yang selanjutnya berubah menjadi nanopartikel perak. Komponen flavonoid dan terpenoid pada ekstrak tumbuhan berperan dalam mereduksi ion Ag^+ . Hukum Lambert Beer yang menyatakan bahwa nilai absorbansi sebanding dengan konsentrasi larutan. Semakin tinggi nilai absorbansi menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi partikel-nano dalam larutan [16].

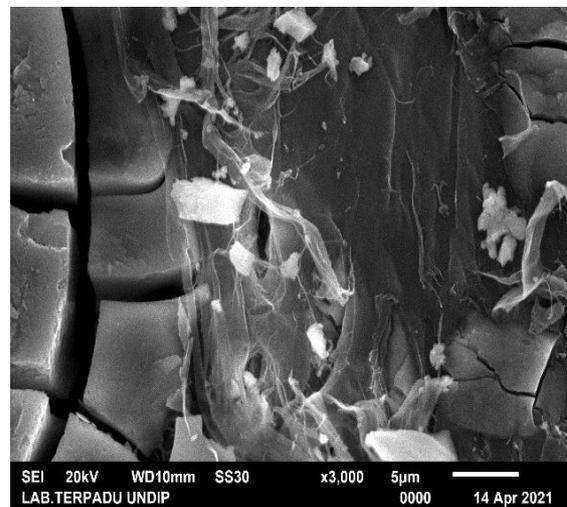


Gambar 2. Spektrum serapan cahaya nanopartikel perak.

Hasil Pengujian Nanopartikel Perak dengan SEM

Morfologi permukaan nanopartikel perak yang disintesis menggunakan ekstrak daun ketapang sebagai bioreduktor diperoleh dari karakterisasi *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dengan perbesaran 3000 kali ditunjukkan pada Gambar 3. Hasil pengamatan SEM menunjukkan bahwa nanopartikel perak memiliki morfologi permukaan berupa serat berukuran nano atau *nanofiber* yang halus dengan ukuran bervariasi antara 10 nm-35 nm. Pembentukan serat dan pengendapan nanopartikel perak pada serat merupakan hasil dari reaksi redoks yang terjadi antara prekursor dan reduktan dalam larutan. Jaringan serat nano

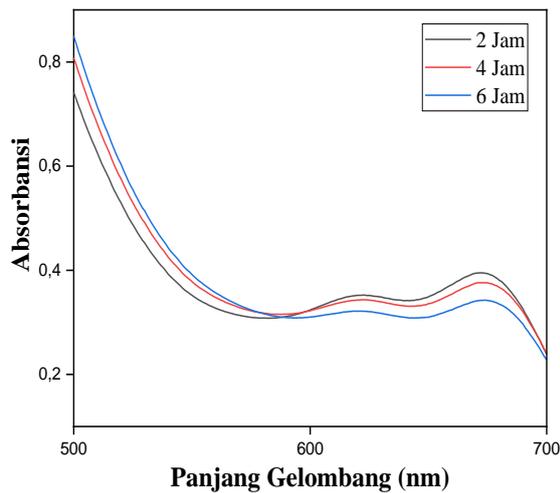
yang saling berhubungan dengan endapan nanopartikel perak dapat menyebabkan peningkatan sifat mekanik sampel sehingga sampel dapat digunakan dalam berbagai aplikasi seperti antibakteri, pembalut luka dan pemurnian air. Pembentukan serat nano atau *nanofiber* dipengaruhi oleh konsentrasi dan ionisasi garam [17, 18].



Gambar 3. Mikrograf SEM nanopartikel perak dengan perbesaran 3000 X.

Hasil pengamatan analisa SEM menunjukkan bahwa nanopartikel perak yang diperoleh cenderung beragregasi terlihat dibawah pengamatan partikel yang menggumpal. Kecenderungan nanopartikel beragregasi dipengaruhi oleh efek Gerak Brown dan Gaya Van Der Waals dalam sampel yang menyebabkan ukuran partikel tidak seragam [19]. Dapat dilihat dari analisis SEM bahwa terdapat partikel selain perak. Serat dan endapan berwarna putih pada gambar tersebut diidentifikasi sebagai nanopartikel perak sedangkan partikel yang berukuran lebih besar adalah Ag_2O . Selain itu, juga terlihat bahwa pada sampel nanopartikel perak terdapat unsur karbon. Adanya karbon pada sampel dipengaruhi oleh perlakuan sampel saat pembersihan dan pemanasan sampel yang mengakibatkan partikel menyusut, mengeras dan terjadi agregasi partikel [20].

Hasil Uji Penyerapan Metilen Biru



Gambar 4. Spektrum serapan cahaya penyerapan metilen biru pada waktu kontak 2-6 jam.

Efektivitas nanopartikel dalam menyerap metilen biru ditunjukkan pada Gambar 4. Gambar 4 menampilkan dan menjelaskan nilai absorbansi metilen biru 25 mg/L yang telah ditambahkan katalis nanopartikel perak pada waktu kontak 2-6 jam. Kemampuan penyerapan metilen biru tidak terlepas dari penambahan logam pada nanopartikel. Lama waktu yang digunakan pada proses degradasi akan menghasilkan banyak radikal hidroksil. Semakin tinggi ion radikal hidroksil maka konsentrasi radikal hidroksil akan meningkat. Radikal ini yang berperan dalam proses degradasi. Selain itu, elektron akan bereaksi dengan oksigen yang terlarut membentuk radikal superoksida yang membantu proses degradasi.

Pengukuran nilai absorbansi maksimum metilen biru menggunakan panjang gelombang maksimum metilen biru 25 mg/L yaitu pada panjang gelombang 664 nm. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nanopartikel perak yang disintesis menggunakan ekstrak daun ketapang sebagai bioreduktor mampu menyerap metilen biru. Hal ini terlihat dari perubahan absorbansi metilen biru yang semakin berkurang. Semakin kecil nilai absorbansi menunjukkan bahwa semakin kecil konsentrasi metilen biru yang larut dalam air. Nanopartikel perak mampu

mendegradasi metilen biru pada waktu optimum 6 jam sebesar 86,13%.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa daun ketapang dapat digunakan sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel perak. Hasil karakterisasi UV-Vis menunjukkan adanya puncak absorbansi pada panjang gelombang yang merupakan karakteristik pembentukan nanopartikel perak pada panjang gelombang 424 nm. Analisis SEM menunjukkan bahwa nanopartikel perak yang dihasilkan memiliki morfologi permukaan berbentuk serat berukuran nano atau *nanofiber*. Nanopartikel perak yang disintesis menggunakan ekstrak daun ketapang sebagai bioreduktor mampu mendegradasi zat warna metilen biru dengan waktu kontak maksimum 6 jam yaitu sebesar 86,13%.

REFERENSI

1. Krim, L., Nacer, S., & Bilango, G. (2006). Kinetics of chromium sorption on biomass fungi from aqueous solution. *Am. J. Environ. Sci*, **2**(1), 31–36.
2. Ljubas, D., Ćurković, L., & Dobrović, S. (2010). Photocatalytic Degradation Of An Azo Dye By Uv Irradiation At 254 And 365 nm. *Transactions of FAMENA*, **34**(1).
3. Liao, C., Li, Y., & Tjong, S. C. (2019). Bactericidal and cytotoxic properties of silver nanoparticles. *International journal of molecular sciences*, **20**(2), 449.
4. Bere, M. L., Sibarani, J., & Manurung, M. (2019). Sintesis Nanopartikel Perak (NPAg) Menggunakan Ekstrak Air Daun Kemangi (*Ocimum Sanctum* Linn.) dan Aplikasinya dalam Fotodegradasi Zat Warna Metilen Biru. *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*, **7**(2), 155–164.
5. La Tapa, F., Suryanto, E., & Momuat, L. I. (2019). Biosintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Empelur Batang Sagu Baruk (*Arenga microcarpha*) dan

- Aktivitas Antioksidannya. *Chemistry Progress*, **9**(1).
6. Šileikaitė, A., Prosyčėvas, I., Puišo, J., Juraitis, A., & Guobienė, A. (2006). Analysis of silver nanoparticles produced by chemical reduction of silver salt solution. *Mater. Sci*, **12**(4), 1392–1320.
 7. Lembang, E. Y. (2013). *Sintesis Nanopartikel Perak Dengan Metode Reduksi Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Ketapang (Terminalia catappa)* (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
 8. Sutanti, F., Silvia, D., Putri, M. A., & Fabiani, V. A. (2018). Pengaruh konsentrasi AgNO₃ pada sintesis nanopartikel perak menggunakan bioreduktor ekstrak pucuk idat (*Cratogeomachra glaucum* KORTH). In *Proceedings Of National Colloquium Research And Community Service* (Vol. 2).
 9. Kasim, S., Taba, P., & Anto, R. (2020). Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Daun Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Sebagai Bioreduktor. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, **6**(2), 126–133.
 10. Taba, P., Parmitha, N. Y., & Kasim, S. (2019). Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Daun Salam (*Syzygium polyanthum*) Sebagai Bioreduktor dan Uji Aktivasnya Sebagai Antioksidan. *Indonesian Journal of Chemical Research*, **7**(1), 51–60.
 11. Rusnaenah, A. Z., & Muhammad Budi, P. (2017). Biosynthesis of Silver Nanoparticles Using Ketapang Leaf Extract, Modification With p-Coumaric Acid For Detecting Melamine. *Ind. J. Chem. Res*, **4**(2), 367–372.
 12. Fatimah, I., Kurniawati, N. M., Adil, A., & Anggreyani, R. (2020). Pemanfaatan Bunga Lantana Camara Ungu Sebagai Bioreduktor Dalam Sintesis Nanopartikel Perak Sebagai Dan Antioksidan. *Khazanah: Jurnal Mahasiswa*, **8**(1), 8.
 13. La Tapa, F., Suryanto, E., & Momuat, L. I. (2019). Biosintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Empelur Batang Sagu Baruk (*Arenga microcarpha*) dan Aktivitas Antioksidannya. *Chemistry Progress*, **9**(1).
 14. Handayani, W. (2011). *Pemanfaatan Tumbuhan Tropis untuk Biosintesis Nanopartikel Perak dan Aplikasinya sebagai Indikator Kolorimetri Keberadaan Logam Berat* (Doctoral dissertation, Doctoral dissertation, Thesis diterbitkan).
 15. Manivasagan, P., Venkatesan, J., Sivakumar, K., & Kim, S. K. (2016). Actinobacteria mediated synthesis of nanoparticles and their biological properties: A review. *Critical reviews in microbiology*, **42**(2), 209–221.
 16. Sari, P. I., Firdaus, M. L., & Elvia, R. (2017). Pembuatan Nanopartikel Perak (NPP) Dengan Bioreduktor Ekstrak Buah *Muntingia calabura* L Untuk Analisis Logam Merkuri. *Alotrop*, **1**(1).
 17. Pant, B., Park, M., & Park, S. J. (2019). One-step synthesis of silver nanoparticles embedded polyurethane nano-fiber/net structured membrane as an effective antibacterial medium. *Polymers*, **11**(7), 1185.
 18. Faccini, M., Vaquero, C., & Amantia, D. (2012). Development of protective clothing against nanoparticle based on electrospun nanofibers. *Journal of Nanomaterials*, **2012**.
 19. Masakke, Y., & Rasyid, M. (2015). Biosintesis Partikel-nano Perak Menggunakan Ekstrak Metanol Daun Manggis (*Garcinia mangostana* L.). *Sainsmat: Jurnal Ilmiah Ilmu Pengetahuan Alam*, **4**(1).
 20. Anggita, S. R. (2020). Deposisi ZnO Doping Ag pada Substrat Aluminium Foil untuk Degradasi Methylene Blue. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, **8**(1), 51–60.
 - 21.



Artikel ini menggunakan lisensi
[Creative Commons Attribution
 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)