

Detektor Dosis Radiasi Gamma Menggunakan Prinsip *Localized Surface Plasmon Resonance* (LSPR) Nanopartikel Perak

Titi Surya^{1*}, Yulkifli¹, Cuk Imawan², Nurintan Pratiwi², Diah Rahmawati¹

¹Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang

²Fisika, FMIPA Universitas Indonesia

Jalan Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Barat, Kecamatan Padang Utara, Kota Padang

*email: titisurya29@gmail.ac.id

Article History

Received: 12 November 2020

Reviewed: 25 November 2020

Published: 31 Desember 2020

Key Words

Gamma Radiation;

LSPR; UV-Vis;

Spectrophotometer;

AgNO₃.

Abstract

Gamma radiation have dangerous effects and cannot be detected by the human body. Therefore, a detector that can detect the presence of a radiation source is needed, known as a radiation detector. Detector is a material that is sensitive to radiation. This study aims to make a gamma radiation dose detector using the principle of localized surface plasmon resonance (LSPR) silver nanoparticles and characterize it using a UV-Vis spectrophotometer. AgNO₃ solution was mixed with cobalt-60 radiation source Gammacell irradiator with small dose variations. PVA in this study acts as a capping for the formation of silver nanoparticles when irradiated. When the AgNO₃ solution mixed with PVA was irradiated with doses of 1Gy, 4Gy, 7Gy, 10Gy, 30Gy, 50Gy, 70Gy, 100Gy, 200Gy, 500Gy, and 1000Gy so that the color change from clear to yellowish with increasing doses, and the color change indicates that silver nanoparticles have been formed. The change in color from clear to yellowish is due to the occurrence of localized surface plasmon resonance (LSPR). The results of characterization of silver nanoparticles using a UV-Vis spectrophotometer showed that the maximum absorption of silver nanoparticles was between 410-446 nm to 0.5 M while at 1 M it was between 411-437 nm.

PENDAHULUAN

Radiasi gamma adalah salah satu radiasi elektromagnetik yang diperoleh dari proses nuklir atau subatomik lainnya (Sutapa & Kasmawan, 2016). Ia mempunyai efek berbahaya bagi kehidupan manusia karena mempunyai energi yang sangat kuat, sehingga dapat menyebabkan kanker, seperti kanker kulit dan tulang serta mutasi genetik. Radiasi pengion tidak mampu diterima dan dirasakan oleh tubuh manusia, sehingga dibutuhkan suatu pendeteksi yang menandakan adanya radiasi yang disebut dengan detektor radiasi, detektor ini bekerja berdasarkan efek fisika atau efek

kimia yang mampu mendeteksi adanya sumber radiasi (Laksmiarti, 2002).

Bahan yang peka terhadap radiasi disebut dengan detector (Alatas et al., 2015). Prinsip kerja detektor didasarkan pada interaksi partikel radiasi terhadap bahan aktif detektor. Bahan aktif merupakan bahan yang nantinya akan mengalami reaksi tertentu apabila berinteraksi dengan partikel radiasi (Ardiansyah, 2015). Tingkat perubahan yang ditimbulkan oleh radiasi bila mengenai materi disebut dosis radiasi (Alatas et al., 2015).

Salah satu logam yang biasa diamati sebagai nanopartikel perak adalah logam perak (Shameli et al., 2012). Dibandingkan

nanopartikel emas, nanopartikel perak memiliki kelebihan karena sifat optisnya lebih baik, sehingga nanopartikel perak bisa dijadikan sebagai detektor (Nafia, 2012). Warna larutan pada nanopartikel perak memiliki hubungan dengan *Localized Surface Plasmon Resonance* (LSPR) (Caro, Castillo, Klippstein, Pozo, & Zaderenko, 2010).

Penelitian ini bertujuan untuk membuat detektor dosis radiasi gamma menggunakan prinsip LSPR nanopartikel perak. Penelitian ini menggunakan larutan indikator perak nitrat (AgNO_3) dan polivinil alkohol (PVA) sebagai *capping* terbentuknya nanopartikel saat diiradiasi. Nanopartikel perak terbentuk ketika larutan AgNO_3 dan PVA diiradiasi dengan irradiator Gammacell sumber radiasi cobalt-60 ditandai dengan adanya perubahan warna dari bening sebelum diiradiasi dan setelah diiradiasi berubah warna menjadi kekuningan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Material Fungsional Departemen Fisika Fakultas MIPA Universitas Indonesia dan BATAN yang berlokasi di Pasar Jumat Jakarta Selatan dimulai pada Agustus 2019. Spektrofotometer UV-Vis, magnetik stirrer, timbangan elektrik atau neraca digital, oven, mini studio untuk foto sampel, mikropipet, thermometer, spatula, tube ukuran 2 mL, rak tube, cuvette semi mikro, kamera digital, flashdisk merupakan alat yang dipakai terhadap penelitian ini. Perak nitrat (AgNO_3), polivinil alkohol (PVA), aquades merupakan bahan yang dipakai terhadap penelitian ini.

Membuat nanopartikel perak dengan 2 variasi konsentrasi larutan yaitu 0.5 M dan 1 M merupakan 1 langkah awal pada penelitian ini. Selanjutnya masing-masing konsentrasi diiradiasi menggunakan *irradiator Gammacell* dengan sumber radiasi cobalt-60. Sintesis dilakukan dengan melarutkan AgNO_3 1.7 gram ke dalam 2 mL aquades untuk konsentrasi 0.5 M dan 1.7 gram dalam 10 mL untuk konsentrasi 1 M. Pada wadah lain juga dilarutkan polivinil alkohol (PVA) ($m_w = 6000$ *fully hydrolysis*) sebanyak 20 gram ke dalam 500 mL air aquades (4% berat/volume) pada temperatur 90° sambil distirring menggunakan magnetik stirrer selama 6 jam sampai larutan menjadi homogen.

Larutan PVA yang sudah homogen dibagi menjadi dua, masing-masing dengan volume 60 mL kemudian dicampurkan dengan larutan AgNO_3 konsentrasi 0.5 M dan 1 M masing-masing dengan volume 1.8 mL.

Larutan AgNO_3 dan PVA yang sudah tercampur selanjutnya diaduk menggunakan alat magnetik stirrer selama 1 jam. Setelah itu larutan dipindahkan menggunakan mikropipet ke dalam tube ukuran 2 mL sebanyak jumlah variasi dosis yang akan dilakukan yaitu 12 tube. Kemudian larutan yang di dalam tube dibungkus dengan kertas aluminium foil, tujuannya supaya larutan tidak terkontaminasi oleh cahaya sebelum diiradiasi.

Larutan AgNO_3 dan PVA diiradiasi ke BATAN dengan irradiator yang digunakan adalah Gammacell sumber radiasi cobalt-60, variasi dosis yang diberikan yaitu 1Gy, 4Gy, 7Gy, 10Gy, 30Gy, 50Gy, 70Gy, 100Gy, 200Gy, 500Gy, 1000Gy dan 1 tube lagi sebagai pembanding (blanko) larutan yang sebelum diiradiasi dan setelah diiradiasi. Indikator yang menandai nanopartikel sudah terbentuk yaitu terjadinya perubahan warna yang mula-mula bening berubah menjadi kekuningan (Shankar, Rai, & Ahmad, 2004).

Nanopartikel perak yang sudah terbentuk setelah diiradiasi dengan variasi dosis, selanjutnya akan dikarakterisasi menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis, bertujuan melihat panjang gelombang serapan ketika absorbansi paling besar pada nanopartikel perak. Data yang diperoleh akan dikumpulkan dalam bentuk excel, dan kemudian data tersebut akan diolah menggunakan Originpro, sehingga diperoleh grafik berupa panjang gelombang serapan dengan absorbansi pada larutan nanopartikel perak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Larutan campuran yang terdiri dari AgNO_3 dan PVA yang awalnya berwarna bening kemudian mengalami perubahan warna menjadi kuning hingga kecoklatan setelah diiradiasi dengan irradiator Gammacell cobalt-60. Nanopartikel perak terbentuk karena terjadinya proses reduksi ion perak (Jain, Daima, Kachhwaha, & Kothari, 2009). Gambar 1 dan 2 merupakan hasil iradiasi nanopartikel perak 0.5 M dan 1 M secara visual

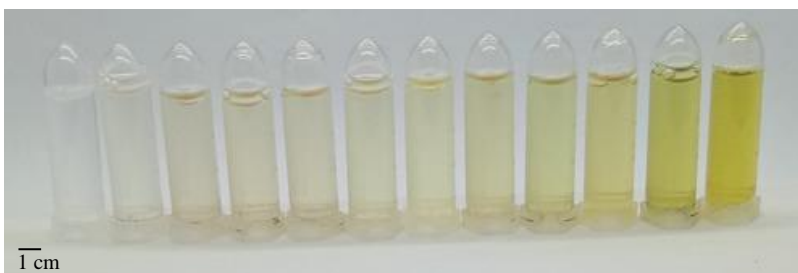
didokumentasikan dengan kamera digital yang diambil di mini studio. Selain perubahan warna larutan dengan pengamatan secara visual, untuk mengkonfirmasi pembentukan nanopartikel perak menggunakan salah satu alat yaitu spektrofotometer UV-Vis, nilai *Localized Surface Plasmon Resonance* (LSPR) dari nanopartikel perak memiliki puncak pada α_{maks} 400-450 nm (Solomon et al., 2007). Pergeseran

LSPR terjadi saat nanopartikel beragregasi, sehingga terjadi penggabungan plasmon interpartikel yang akan memperpendek jarak rata-rata antar partikel sehingga terjadi perubahan warna larutan (Tolaymat et al., 2010).

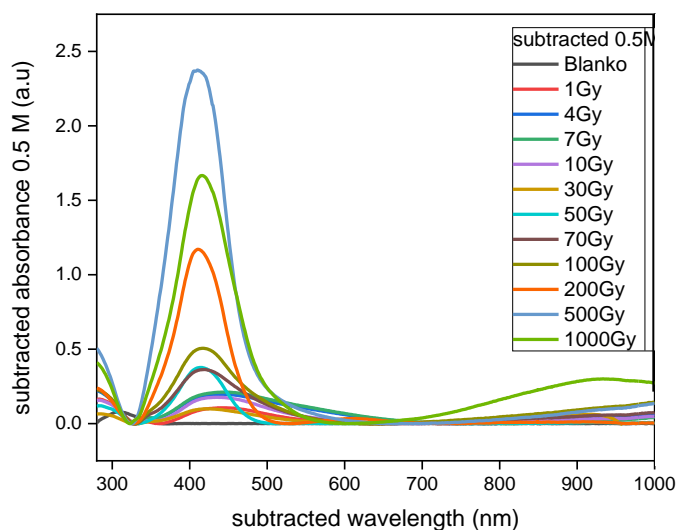
Spektrum UV-Vis nanopartikel perak 0.5 M dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 1. Hasil Iradiasi 0.5 M



Gambar 2. Hasil Iradiasi 1 M



Gambar 3. Spektrum UV-Vis 0.5 M

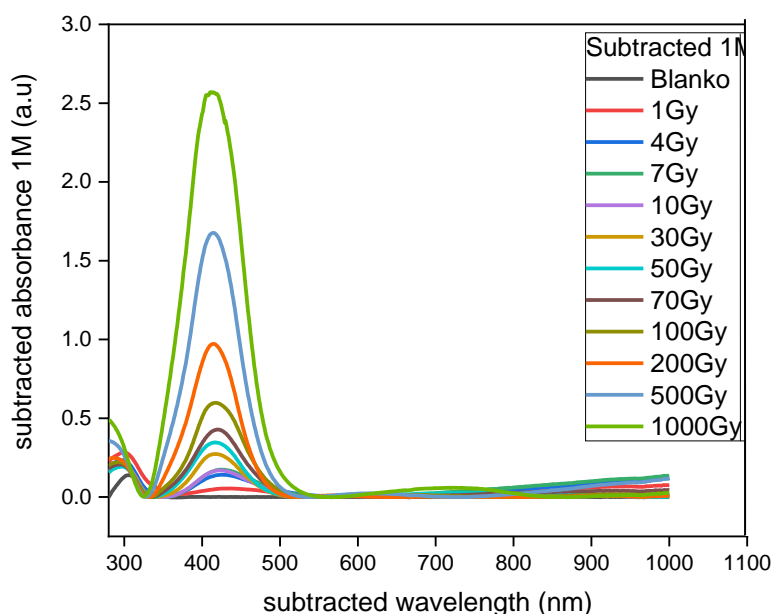
Berdasarkan spektrum absorbansi UV-Vis pada Gambar 3, larutan AgNO_3 +PVA 0.5 M sebelum diiradiasi memiliki puncak pada daerah 309 nm sedangkan spektrum setelah diiradiasi dengan variasi dosis memiliki puncak dikisaran 410-446 nm. Nilai absorbansi menunjukkan kecenderungan jumlah nanopartikel yang dihasilkan. Saat nilai absorbansi semakin tinggi maka jumlah nanopartikel yang dihasilkan juga semakin tinggi (Solomon et al., 2007). Oleh karena itu, peningkatan absorbansi pada proses iradiasi yang terjadi menunjukkan bahwa jumlah nanopartikel meningkat seiring dengan bertambah besarnya dosis radiasi gamma yang diberikan. Gelombang mulai terbentuk pada dosis 1 Gy.

Pada dosis 1Gy, 4Gy, 7Gy, 10Gy, 30Gy, 50Gy, 70Gy, 100Gy nilai absorbansi hampir mendekati. Hal ini bisa dilihat pada Gambar 3 yaitu gelombang yang berdempetan, sedangkan

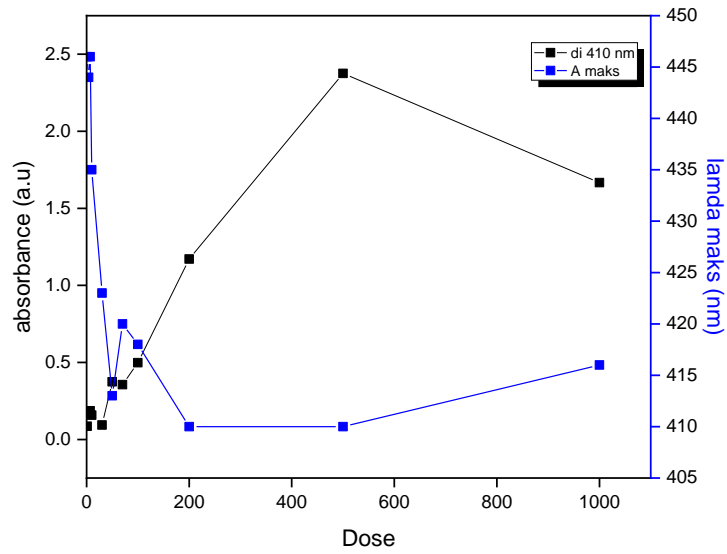
dosis 200Gy, 500Gy dan 1000Gy nilai absorbansi mengalami penurunan. Karena pada dosis tersebut larutan mengalami titik jenuh sehingga berkurangnya respon terhadap radiasi gamma (Solomon et al., 2007).

Spektrum UV-Vis nanopartikel perak 1M dapat dilihat pada Gambar 4. Nilai absorbansi meningkat seiring dengan kenaikan dosis radiasi yang diberikan. Pada dosis 1Gy belum terlalu terlihat bentuk gelombangnya. Gelombang mulai terbentuk dari dosis 4Gy sampai seterusnya. Panjang gelombang nanopartikel perak pada konsentrasi 1 M berada di 411-437 nm.

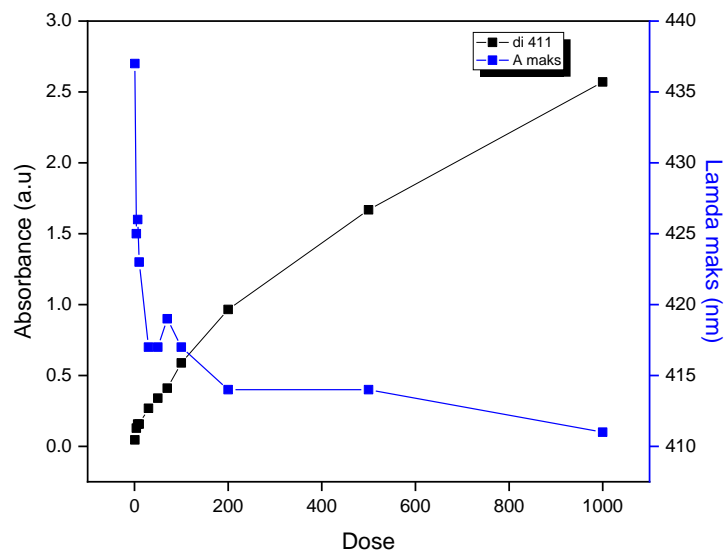
Berdasarkan Gambar 3 dan 4, puncak tertinggi atau absorbansi maksimum berada di panjang gelombang 410 untuk 0.5 M dan 411 untuk 1 M, maka dapat di plot dalam grafik hubungan dosis radiasi terhadap absorbansi dengan panjang gelombang di 410 nm dan 411 nm dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6.



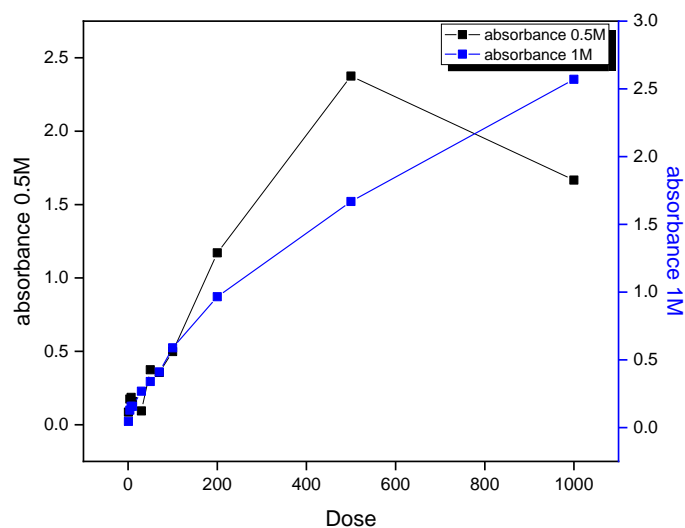
Gambar 4. Spektrum UV-Vis 1 M



Gambar 5. Grafik Hubungan Dosis Radiasi terhadap Absorbansi dengan $\lambda = 410$ nm



Gambar 6. Grafik Hubungan Dosis Radiasi terhadap Absorbansi dengan $\lambda = 411$ nm



Gambar 7. Kurva Kalibrasi Dosis Radiasi vs Absorbansi

Absorbansi larutan nanopartikel perak bertambah linier terhadap peningkatan dosis radiasi, Gambar 7 menunjukkan kurva perbandingan dosis radiasi dalam Gy dan absorbansi nanopartikel perak pada panjang gelombang 410 nm dan 411 nm.

Dari Gambar 7 terlihat bahwa peningkatan absorbansi teramati bertambah seiring dengan kenaikan dosis radiasi. Hal tersebut menunjukkan bahwa larutan nanopartikel perak dapat digunakan untuk detektor dosis radiasi gamma dan Gambar 7 dijadikan sebagai kurva kalibrasi untuk detektor dosis radiasi gamma.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa detektor dosis radiasi gamma dibuat dengan melarutkan 4% PVA dengan AgNO_3 0.5 M dan 1 M dan diiradiasi sehingga terjadi perubahan warna dari bening menjadi kekuningan, yang artinya bahwa nanopartikel perak sudah terbentuk. Karakterisasi dengan spektrofotometer UV-Vis menunjukkan puncak serapan berada pada panjang gelombang atau nilai LSPR berada antara 410-446 untuk 0.5 M dan diantara 411-437 nm untuk 1 M. nanopartikel perak memiliki potensi menjadi detektor dosis radiasi gamma terlihat dari

respon perubahan warna yang terjadi ketika diiradiasi.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Alatas, Z., Hidayati, S., Akhadi, M., Purba, M., Purwadi, D., Ariyanto, S., ... Syahril. (2015). *Buku Pintar Nuklir*. Serpong: Badan Tenaga Nuklir Nasional.
- Ardiansyah, H. (2015). Thermoluminescent Radiation Detector Sebagai Bagian Dari Thermoluminescent Dosimetry (TLD) untuk Mendeteksi dan Mengukur Dosis Radiasi.
- Caro, C., Castillo, P. M., Klippstein, R., Pozo, D., & Zaderenko, A. P. (2010). Silver Nanoparticles: Sensing and Imaging Applications. In *books.google.com* (pp. 201–223). Intech. Retrieved from www.intechopen.com
- Jain, D., Daima, H. K., Kachhwaha, S., & Kothari, S. L. (2009). Synthesis of Plant-mediated Silver Nanoparticles Using Papaya Fruit Extract and Evaluation of Their Anti Microbial Activities. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*, 4(3), 557–563.
- Laksmiarti, T. (2002). Alat Pemantau Perorangan pada Tenaga Kerja Radiasi di Bidang Kesehatan. *Media Penelitian Dan Pengembangan Kesehatan*, 12(2), 36–40.

- Nafia, I. (2012). *Nanopartikel Perak Termodifikasi L-Sistein Sebagai Indikatort Warna Untuk Logam pada Sampel Ikan Tongkol (Euthynnus affinis)*. Universitas Indonesia.
- Shameli, K., Bin Ahmad, M., Davoud Jazayeri, S., Sedaghat, S., Shabanzadeh, P., Jahangirian, H., ... Abdollahi, Y. (2012). Synthesis and Characterization of Polyethylene Glycol Mediated Silver Nanoparticles by the Green Method. *International Journal of Molecular Sciences*, *13*, 6639–6650. <https://doi.org/10.3390/ijms13066639>
- Shankar, S., Rai, A., & Ahmad, A. (2004). Rapid Synthesis of Au, Ag, and Bimetallic Au core–Ag Shell Nanoparticles Using Neem (*Azadirachta indica*) Leaf Broth. *Journal of Colloid and Interface Science*, *275*(2), 496–502.
- Solomon, S. D., Bahadory, M., Jeyarajasingam, A. V., Rutkowsky, S. A., Boritz, C., & Mulfinger, L. (2007). Synthesis and Study of Silver Nanoparticles. *Journal of Chemical Education*, *84*(2), 322–325. <https://doi.org/10.1021/ed084p322>
- Sutapa, G. N., & Kasmawan, I. G. A. (2016). Efek Induksi Mutasi Radiasi Gamma 60 Co pada Pertumbuhan Fisiologis Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* L.). *Jurnal Keselaman Radiasi Dan Lingkungan*, *1*(2), 5–11.
- Tolaymat, T. M., Badawy, A. M. El, Genaidy, A., Scheckel, K. G., Luxton, T. P., & Suidan, M. (2010). An evidence-based environmental perspective of manufactured silver nanoparticle in syntheses and applications: A systematic review and critical appraisal of peer-reviewed scientific papers. *Science of the Total Environment*, *408*, 999–1006.