

## SINTESIS NANOROD EMAS DENGAN METODE SEED MEDIATED GROWTH

Mutiara Arver<sup>\*1</sup>, Iwantono<sup>\*2</sup>

Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau

\*E-mail korespondensi: <sup>1</sup>mutiara.arver2735@student.unri.ac.id; <sup>2</sup>iwantono@lecturer.unri.ac.id

### ABSTRACT

*Gold nanorods have received a lot of attention in recent years, due to their unique optical and chemical properties. This study aims to synthesize and characterize gold nanorods. In this study, the seed mediated growth method was used because it is the most common and high quality method for synthesizing gold nanorods. The seed mediated growth method is a wet chemical method for growing metal nanoparticles. The synthesis of gold nanorod using the seed mediated growth method is divided into two main processes, namely the seedling process and the growth process. The gold nanorod UV-Vis absorbance spectrum showed a peak of transverse surface plasmon resonance (t-SPR) at a wavelength of 514 nm and a peak of longitudinal plasmon resonance (l-SPR) at a wavelength of 686 nm. The diffraction pattern from the XRD characterization results at the diffraction angle of  $30^{\circ}$  -  $80^{\circ}$  showed 4 diffraction peaks, namely at an angle of  $2\theta$ :  $38.20^{\circ}$ ;  $44.49^{\circ}$ ;  $64.58^{\circ}$ . The FESEM photo shows that the gold nanoparticles that have been synthesized have a geometric shape in the form of nanorods with an average length of 43.32 nm, a width of 17.91 nm and an aspect ratio of 2.49. Gold nanorod that has been successfully synthesized has enormous potential to be applied in various fields such as biosensors, medicine, photocatalysis and so on.*

**Keywords:** Gold nanoparticles, Gold nanorods, Seed mediated growth, Localized surface plasmon resonance.

### ABSTRAK

*Nanorod emas telah mendapatkan banyak perhatian dalam beberapa tahun terakhir, karena sifat optik dan kimianya yang unik. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis dan mengkarakterisasi nanorod emas. Pada penelitian ini digunakan metode seed mediated growth karena metode ini paling umum dan berkualitas tinggi untuk sintesis nanorod emas. Metode seed mediated growth merupakan salah satu metode kimia basah untuk menumbuhkan nanopartikel logam. Sintesis nanorod emas menggunakan metode seed mediated growth dibagi menjadi dua proses utama, yaitu proses pembenihan dan penumbuhan. Spektrum absorbansi UV-Vis nanorod emas menunjukkan puncak resonansi plasmon permukaan transversal (t-SPR) pada panjang gelombang 514 nm dan puncak resonansi plasmon longitudinal (l-SPR) pada panjang gelombang 686 nm. Pola difraksi dari hasil karakterisasi XRD pada sudut difraksi  $30^{\circ}$  -  $80^{\circ}$  memperlihatkan 4 puncak difraksi yaitu pada sudut  $2\theta$ :  $38,20^{\circ}$ ;  $44,49^{\circ}$ ;  $64,58^{\circ}$ . Foto FESEM menunjukkan nanopartikel emas yang telah disintesis memiliki bentuk geometri berupa nanorod dengan rata-rata panjangnya sebesar 43,32 nm, lebar 17,91 nm dan aspek rasio 2,49. Nanorod emas yang telah berhasil disintesis memiliki potensi yang sangat besar untuk diaplikasikan dalam berbagai bidang seperti biosensor, kedokteran, fotokatalisis dan lain sebagainya.*

**Kata kunci:** Nanopartikel emas, Nanorod emas, Seed mediated growth, Resonansi plasmon permukaan terlokalisasi.

### PENDAHULUAN

Nanopartikel emas memiliki berbagai aplikasi sebagai bahan nanomaterial untuk deteksi biomolekul yang sangat sensitif dan membunuh

sel kanker dengan mengantarkan agen terapeutik ke dalam sel. Selain itu, nanopartikel emas juga memiliki biokompatibilitas yang baik dalam pencitraan molekuler dari banyak enzim yang diperlukan untuk fungsi seluler pada kanker [1].

Terdapat beberapa macam bentuk nanopartikel emas seperti bola, kubik, pentagonal, dan balok. Sifat nanopartikel emas yang paling utama yaitu memiliki warna yang berbeda-beda bergantung besar diameternya [2]. *Nanorod* emas telah mendapatkan banyak perhatian dalam beberapa tahun terakhir karena sifat optik dan kimianya yang unik. Salah satu sifat optik yang dimiliki *nanorod* emas adalah absorbansinya yang dapat dikontrol di daerah inframerah dan *near infrared* (NIR) sehingga cocok untuk aplikasi di bidang biosensing, pengiriman gen, dan terapi fototermal. Terdapat banyak aplikasi di bidang pencitraan dan hamburan cahaya di wilayah NIR [3].

Tujuan penelitian ini untuk mensintesis *nanorod* emas menggunakan metode *seed mediated growth*, yang dibagi menjadi dua proses yaitu proses pembedahan dan proses penumbuhan. Karakterisasi *nanorod* emas yang digunakan dalam penelitian ini adalah Spektroskopi Sinar Ultraviolet-Visible (UV-Vis), *X-Ray Diffraction* (XRD), dan *Field Emission Scanning Electron Microscopy* (FESEM).

## TINJAUAN PUSTAKA

Nanomaterial merupakan salah satu produk nanoteknologi yang banyak diminati para peneliti, karena dengan ukuran nano sifat material lebih menguntungkan dari pada ukuran besar. Aplikasi nanomaterial dalam bidang kesehatan yaitu untuk pencitraan sel dan terapi untuk mengobati kanker [1]. Emas memiliki nomor atom 79 dengan simbol Au merupakan logam mulia lunak yang sering dicampur untuk memberikan kekuatan lebih serta memiliki sifat sebagai konduktor panas dan listrik yang baik [4]. Nanopartikel emas adalah bahan serba guna untuk berbagai aplikasi dengan sifat elektronik dan fisik yang baik. Morfologi nanopartikel emas ada yang berbentuk batang, persegi panjang, segi enam, kubus, segitiga dan seperti bintang. *Nanorod* emas adalah nanomaterial logam mulia emas dengan bentuk dan ukuran yang dapat dikendalikan. Pada bidang ilmu fisika *nanorod* emas memiliki dua puncak penyerapan plasmon, yaitu pita plasmon transversal dan pita plasmon

longitudinal [5]. Sejauh ini, ada banyak metode yang digunakan untuk membuat *nanorod* emas seperti litografi, metode templat dan metode *seed mediated growth* [6]. Pada penelitian ini digunakan metode *seed mediated growth* karena metode ini paling umum dan berkualitas tinggi untuk sintesis *nanorod* emas. Metode *seed mediated growth* merupakan salah satu metode kimia basah untuk menumbuhkan nanopartikel logam. Metode *seed mediated growth* pertama kali diperkenalkan oleh Murphy dan Gerhart pada tahun 2001 untuk mensintesis *nanorod* emas [7]. Sintesis *nanorod* emas menggunakan metode *seed mediated growth* dibagi menjadi dua proses utama, yaitu proses pembedahan dan penumbuhan. Proses pembedahan digunakan untuk menghasilkan benih emas sebelum dilakukan proses penumbuhan, sedangkan proses penumbuhan dilakukan dengan tujuan untuk menumbuhkan benih emas menjadi nanopartikel emas dengan bentuk tertentu sesuai yang diinginkan

## METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan untuk sintesis *nanorod* emas yaitu  $\text{HAuCl}_4$ , CTAB,  $\text{NaBH}_4$ ,  $\text{AgNO}_3$ , dan *ascorbic acid*. Metode yang digunakan untuk membuat *nanorod* emas yaitu metode *seed mediated growth*. Metode ini terdiri dari dua proses, yaitu proses pembedahan dan proses penumbuhan. Proses pembedahan dilakukan dengan mencampurkan larutan yang terdiri dari 0,0005 M  $\text{HAuCl}_4$ , 0,2 M CTAB, dan 0,01 M  $\text{NaBH}_4$  yang telah didinginkan. Proses pembedahan dilakukan selama 2 jam pada suhu ruangan (25 °C). Proses penumbuhan dilakukan dengan mencampurkan 0,024 mL larutan benih ke dalam 10 mL larutan penumbuh yang terdiri dari 0,001 M  $\text{HAuCl}_4$ , 0,004 M  $\text{AgNO}_3$ , 0,2 M CTAB, dan 0,078 M *ascorbic acid*. Proses penumbuhan dilakukan selama 20 jam pada suhu 25 °C. Setelah selesai proses penumbuhan, larutan disentrifugasi dengan kecepatan 5000 rpm selama 15 menit. Sifat optik *nanorod* emas dikarakterisasi menggunakan spektroskopi UV-Vis (UV-1800 Shimadzu *Spectrophotometer*,

Jepang). Struktur kristal *nanorods* emas dikarakterisasi menggunakan difraksi sinar-X (*Bruker D8 Advance*, Jerman). Morfologi permukaan dan struktur sampel diperiksa menggunakan FESEM (JEOL JSM-7600F, AS).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Sintesis *Nanorod* Emas



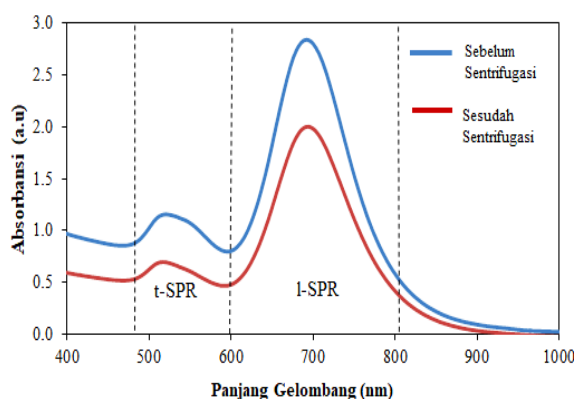
**Gambar 1.** Warna larutan (a) hasil proses pembenihan dan (b) hasil proses penumbuhan.

Proses pembenihan berlangsung selama 2 jam. Pada awal proses pembenihan, larutan  $\text{HAuCl}_4$  yang berwarna kuning ditambahkan kedalam larutan CTAB yang tidak berwarna. Pencampuran dua larutan ini mengubah warna larutan campuran menjadi orange. Setelah ditambahkan  $\text{NaBH}_4$  yang telah didinginkan, larutan benih berubah warna menjadi warna kuning kecoklatan seperti ditunjukkan pada Gambar 1 (a).  $\text{NaBH}_4$  berfungsi sebagai pereduksi yang mengubah ion  $\text{Au}^{3+}$  dari bahan  $\text{HAuCl}_4$  menjadi atom Au. Proses penumbuhan dilakukan dalam waktu 20 jam, pada proses penumbuhan, pencampuran larutan  $\text{AgNO}_3$  dengan CTAB tidak merubah warna larutan karena sama-sama berfungsi mengontrol penumbuhan nanopartikel yang diinginkan. Setelah ditambahkan  $\text{HAuCl}_4$ , larutan menjadi berwarna kuning. Penambahan ascorbic acid kedalam larutan menyebabkan perubahan warna larutan dari kuning menjadi tidak berwarna, hal ini terjadi karena ascorbic acid berfungsi sebagai

pereduksi lemah yang mereduksi ion  $\text{Au}^{3+}$  dalam larutan penumbuhan menjadi ion  $\text{Au}^+$  kemudian direduksi lagi menjadi atom Au [8]. Setelah ditambahkan larutan benih emas, larutan secara perlahan berubah warna menjadi ungu seperti ditunjukkan pada Gambar 1 (b).

### Karakterisasi UV-Vis

Gambar 2 menunjukkan spektrum serapan UV-Vis dari *nanorod* emas. Puncak spektrum t-SPR dimulai pada panjang gelombang sekitar 450 nm hingga 630 nm dan rentang untuk puncak l-SPR adalah sekitar 630 nm hingga 950 nm. Spektrum serapan sebelum dan sesudah sentrifugasi menunjukkan puncak t-SPR pada panjang gelombang 514 nm dan puncak l-SPR pada panjang gelombang 686 nm. Intensitas absorbansi puncak t-SPR dan l-SPR sebelum sentrifugasi masing-masing sebesar 1,144 a.u dan 2,813 a.u. Setelah sentrifugasi absorbansi menurun menjadi sebesar 0,695 a.u untuk puncak t-SPR dan 1,970 a.u untuk puncak l-SPR. Perubahan intensitas absorbansi sebelum dan sesudah sentrifugasi terjadi karena adanya pemisahan partikel selain *nanorod* seperti *nanospherical*, *nanotube*, *nanoplates* dan lain-lain [9].



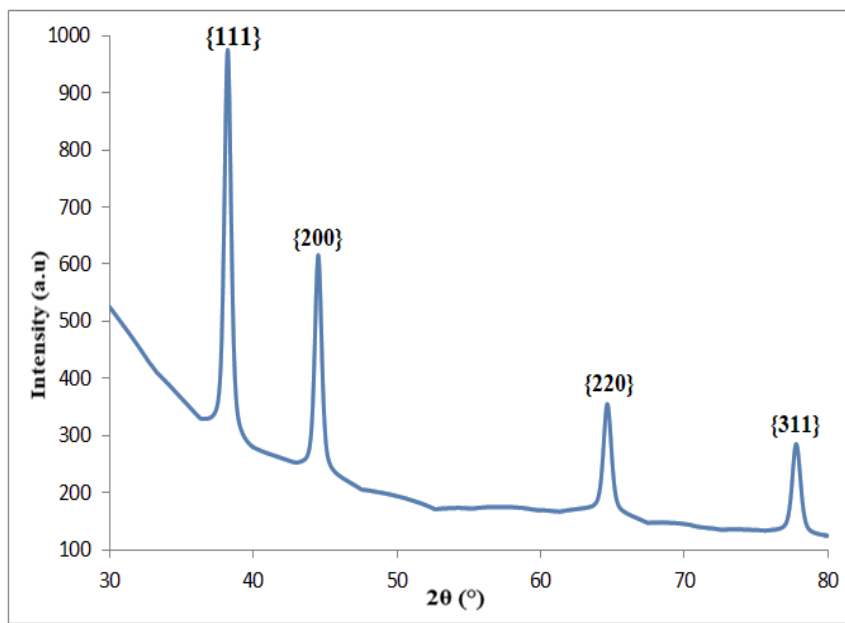
**Gambar 2.** Spektroskopi absorbansi UV-Vis *nanorod* emas.

### Karakterisasi XRD

Gambar 3 menunjukkan pola difraksi dari hasil karakterisasi XRD pada sudut difraksi  $30^\circ$ - $80^\circ$  yang memperlihatkan 4 puncak difraksi yaitu pada sudut  $2\theta$ :  $38,20^\circ$ ;  $44,49^\circ$ ;  $64,58^\circ$ ; dan  $77,71^\circ$ .

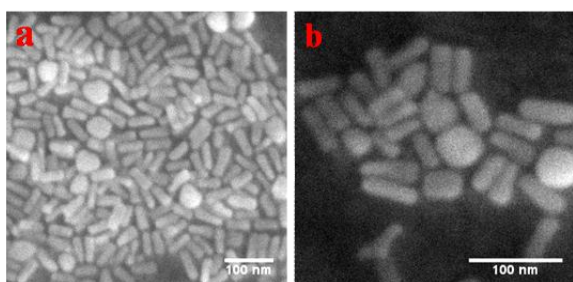
Hasil analisis menunjukkan keempat puncak difraksi ini sesuai dengan bidang kristal (111), (200), (220), dan (311). Berdasarkan referensi data standard pada *inorganics crystal structure database* (ICSD) No. 98-061-1628 pola difraksi ini sesuai dengan pola difraksi emas berstruktur *Face Centered Cubic* (FCC) dengan nilai

parameter kisi  $a = b = c$  sebesar 4.08 Å dan ukuran kristalnya sebesar 18.49 nm. Hasil yang sama juga dilaporkan pada penelitian sebelumnya, dimana analisa XRD *nanorod* emas berstruktur FCC menunjukkan puncak difraksi pada sudut  $2\theta$ : 38,2°; 44,4°; 64,6°; dan 77,6° [10].



**Gambar 3.** Pola XRD *Nanorod* Emas.

### Karakterisasi FESEM



**Gambar 4.** Foto FESEM *nanorod* emas pada pembesaran (a) 50.000x, (b) 100.000x.

Morfologi *nanorod* emas yang dikarakterisasi menggunakan FESEM ditunjukkan pada Gambar 4. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa nanopartikel emas yang dihasilkan memiliki bentuk rod yang sempurna. Dari gambar FESEM telah dihitung beberapa parameter kualitatif seperti persentase densitas permukaan serta panjang, lebar, dan aspek rasio *nanorod* emas menggunakan Image-J. Persentase densitas permukaan didefinisikan sebagai perbandingan

antara permukaan yang terdapat *nanorod* emas terhadap luas permukaan sampel secara keseluruhan. Persentase densitas permukaan dihitung menggunakan luas area gambar FESEM. Panjang dan lebar *nanorod* emas dihitung secara langsung. Adapun aspek rasio *nanorod* emas dihitung dari rasio panjang *nanorod* emas terhadap lebarnya. Dari gambar FESEM diperoleh persentase densitas permukaan sampel adalah sebesar 71,42%. Nilai rata-rata panjang, lebar, dan aspek rasio *nanorod* emas masing-masing adalah sebesar 43,32 nm, 17,91 nm, dan 2,49.

### KESIMPULAN

*Nanorod* emas telah berhasil disintesis menggunakan metode *seed mediated growth*. Karakterisasi menggunakan spektroskopi UV-Vis menunjukkan puncak l-SPR dan t-SPR *nanorod* emas berada pada panjang gelombang 514 nm dan 686 nm. Terjadi penurunan intensitas

absorbansi *nanorod* emas sebelum dan sesudah sentrifugasi karena adanya proses pemisahan bentuk nanopartikel emas yang dihasilkan. Hasil karakterisasi menggunakan XRD menunjukkan *nanorod* emas yang telah berhasil disintesis berstruktur FCC dengan nilai parameter kisi dan ukuran kristal masing-masing sebesar 4,08 Å dan 18,49 nm. Hasil karakterisasi FESEM mengkonfirmasi tumbuhnya nanopartikel emas berbentuk rod dengan aspek rasio sebesar 2.49. *Nanorod* emas yang telah berhasil disintesis memiliki potensi yang sangat besar untuk diaplikasikan dalam berbagai bidang seperti biosensor, kedokteran, fotokatalisis dan lain sebagainya.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Proyek *Advanced Knowledge And Skills For Sustainable Growth In Indonesia* (AKSI) Project Asian Development Bank (ADB) Universitas Riau Tahun 2020.

### REFERENSI

1. Khan, A. K., Rashid, R., & Murtaza, G. (2014). Gold nanoparticles: Synthesis and applications in drug. *Trop. J. Pharm. Res.*, 13 (7), 1169–1177
2. Yanti, E. F. & Taufikurohmah, T. (2013). Sintesis nanogold dan karakterisasi menggunakan matrik cetostearyl alcohol sebagai peredam radikal bebas dalam kosmetik. *UNESA Journal of Chemistry.*, 2 (1), 14–18.
3. Shargh, V. H., Hondermarck, H., & Liang, M. (2016). Antibody-targeted biodegradable nanoparticles for cancer therapy. *Nanomed.*, 11(1), 63–79.
4. Wadams, R. C. (2014). *Synthesis and functionalization of gold nanorods for probing plasmonic enhancement mechanisms in organic photovoltaic active layers*. Dissertation, University of New Jersey.
5. Kim, F., Song, J. H., & Yang, P. (2002). Photochemical synthesis of gold nanorods. *J. Am. Chem. Soc.*, 124(48), 14316–14317.
6. An'nisa, N. Z. (2017). *Effect of growth time on the formation of seed mediated synthesizing gold nanorods*. Tesis, Universiti Tun Hussein onn Malaysia.
7. Kopl, S. (2011). *Seed-mediated synthesis of high aspect ratio nanorod and nanowire of gold and silver*. Dissertation, Universitait Munchen.
8. Morsin, M. (2014). *Pembangun sensor asid borik menggunakan sifat resonansi plasmon permukaan setempat nanoplat emas*. Tesis, Universiti Kebangsaan Malaysia.
9. Minun, C. A, An'Nisa, N. Z, Razali, N. L, Nafisah, S, Sanudin, R, & Salleh, M. M. (2018). Investigation on the Effect of Centrifugation Speed on the Shape Separation of Gold Nanorods. *Int. J. Eng. Technol.*, 7(4.30), 330–333.
10. Emam, A. N, Mohamed, M. B, Girgis, E, & Rao, K.V. (2015). Hybrid magnetic-plasmonic nanocomposite: embedding cobalt clusters in gold nanorods. *RSC Adv.*, 5, 34696–34703.



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