

PENUMBUHAN NANOPARTIKEL TITANIUM DIOKSIDA PADA SUBSTRAT FTO DENGAN METODE ELEKTRODEPOSISI

Saidatun Khofifah^{*}, Iwantono, Awitdrus

**Mahasiswa Program Studi S1 Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau
Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, Indonesia**

^{}saidatunkhofifah@yahoo.com*

ABSTRACT

TiO₂ nanoparticles have been grown successfully by electrodeposition method on the surface of Fluorine Tin Oxide (FTO) substrate. The growth of TiO₂ nanoparticles was done by using voltage of 2 Volt, 6 Volt, 10 Volt, 14 Volt and 18 Volt. This TiO₂ was also demonstrated with two different temperature 37 °C and 50 °C. The samples were characterized by UV-Vis spectroscopy, X-ray Diffraction, Scanning Electron Microscope (SEM) and Energy Dispersion X-ray (EDX). The results of UV-Vis showed that TiO₂ nanoparticles have the highest absorption at 18 Voltage. The result of XRD at 18 Volt showed that TiO₂ has 5 peaks at 2θ : 25,497°, 38,176°, 38,176°, 51,887°, 54,911°, and 62,093°, with their crystal plane (1 1 1), (2 1 1), (2 2 2), (3 2 0), (4 0 0). The results of SEM showed that nanoparticles form is nearly spherical at a magnification of 35000 times. The results of EDX of the review indicate that Ti atoms have a percentage atomic of 17.66% and O of 70,39%.

Keywords: Electrodeposition, FTO, TiO₂, Nanoparticles

ABSTRAK

Nanopartikel TiO₂ telah berhasil ditumbuhkan dengan metode elektrodeposisi di atas permukaan substrat Flourin Tin Oksida (FTO). Penumbuhan nanopartikel TiO₂ dilakukan dengan menggunakan variasi tegangan 2 Volt, 6 Volt, 10 Volt, 14 Volt, dan 18 Volt. Penumbuhan nanopartikel TiO₂ juga dilakukan dengan 2 perbedaan suhu yaitu pada suhu 37 °C dan 50° C. Sampel dikarakterisasi dengan metode spektroskopi UV-Vis, Difraksi Sinar-X, Mikroskop Elektron Pemindai (SEM), dan Energi Dispersi Sinar-X (EDX). Hasil karakterisasi spektroskopi UV-Vis menyatakan bahwa nanopartikel TiO₂ memiliki penyerapan tertinggi pada tegangan 18 Volt dan terendah pada tegangan 2 Volt. Hasil karakterisasi XRD pada tegangan 18 Volt menunjukkan nanopartikel TiO₂ memunculkan 5 puncak XRD pada sudut 2θ : 25,497°, 38,176°, 38,176°, 51,887°, 54,911°, dan 62,093°, dengan bidang kristal (1 1 1), (3 1 0), (2 2 2), (3 2 0), (4 0 0). Foto SEM menunjukkan bentuk nanopartikel hampir bulat pada perbesaran 35000 kali. Hasil tinjauan EDX menunjukkan adanya atom Ti yang memiliki persentase atomik sebesar 17,66 % dan O sebesar 70,39%.

Kata Kunci: Elektrodeposisi, FTO, TiO₂, Nanopartikel.

PENDAHULUAN

Nanopartikel merupakan partikel yang memiliki ukuran dalam skala nanometer yaitu berkisar 1-100 nm. Karakteristik material dapat berbeda setelah menjadi nanomaterial. Nanomaterial memiliki luas permukaan yang lebih besar daripada material awalnya, sehingga dapat meningkatkan reaktivitas kimia dan sifat fisika (Afrida, 2012).

TiO₂ merupakan semikonduktor yang relatif mudah mengikat elektron dibandingkan dengan senyawa-senyawa oksida lainnya. TiO₂ merupakan semikonduktor yang berfungsi sebagai foto katalis yang memiliki fotoaktivitas dan stabilitas tinggi (Ahmadi, 2011). TiO₂ tersedia secara komersial dan pembuatannya mudah dilakukan di laboratorium (Mursyidi, 1994).

Pengendapan logam secara elektrodeposisi pada permukaan semikonduktor merupakan salah satu metode modifikasi permukaan semikonduktor, yang memungkinkan untuk dilakukan pada substrat yang konduktif (Rahmawati, 2008).

Pengendapan atau deposisi logam pada permukaan semikonduktor terbukti efektif mengantisipasi kemungkinan rekombinasi *electron-hole* (Hoffman, 1995), karena logam dapat bertindak sebagai penjebak elektron sehingga dapat meningkatkan efektifitas fotokatalik (Ahmadi, 2011).

Untuk menghasilkan struktur nanopartikel logam salah satunya dapat digunakan metode kimia basah atau yang lebih dikenal sebagai pengendapan larutan kimia. Penumbuhan nanopartikel dengan

metode kimia basah (*wet chemical method*) dilakukan dengan metode penumbuhan langsung (*in situ growth*) atau dengan metoda mediasi pembenihan dan penumbuhan (*seed mediated growth*) (Umar, 2006).

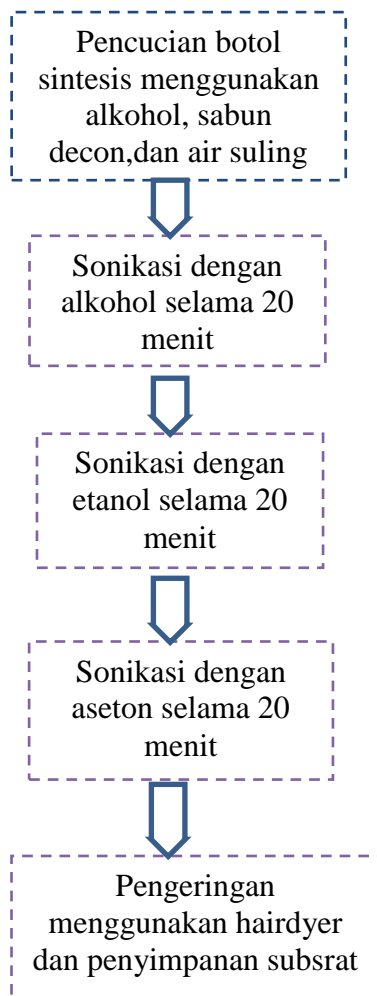
. Elektrodeposisi merupakan metode penempatan katalis pada substrat secara elektrokimia. Metode elektrodeposisi ini dilakukan dengan dua cara yaitu: cara langsung dan cara penguapan (Rahmawati, 2008).

Keunggulan dari metode elektrodeposisi adalah penempatan katalis berukuran nanometer dan distribusi lebih merata sehingga dapat mereduksi sejumlah katalis yang ditempatkan dan meningkatkan utilitas dari katalis. Proses Elektrodeposisi menggunakan substrat FTO karena memiliki konduktivitas yang tinggi, transparansi (tempat melekatnya semi konduktor) yang tinggi, bahannya mudah dicari dan banyak dijual dipasaran (Fauziah, 2013).

Penelitian ini dilakukan dengan penumbuhan nanopartikel TiO₂ dengan menggunakan metode elektrodeposisi dengan menggunakan variasi tegangan yaitu: 2 Volt, 6 Volt, 10 Volt, 14 Volt, dan 18 Volt, dan dilakukan dua variasi suhu yaitu 37 °C dan 50 °C

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen secara langsung di laboratorium. Proses penumbuhan nanopartikel TiO₂ dilakukan di atas substrat FTO. Diagram alir dari penumbuhan dan karakterisasi nano partikel TiO₂ dinyatakan pada Gambar 1 di bawah ini:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

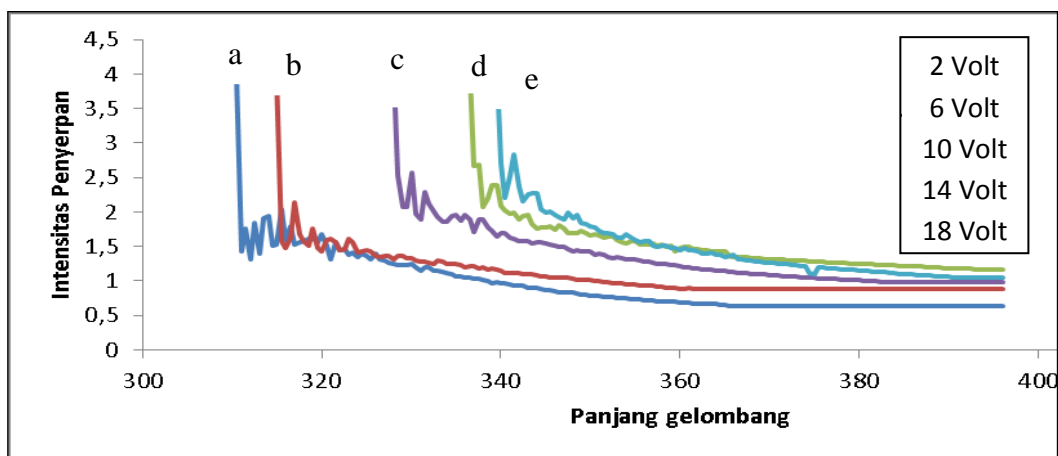
Sebelum pembuatan larutan, perlu dilakukan pengenceran bahan TiCl_4 yang akan digunakan, prosesnya yaitu dengan menambahkan aquades hingga konsentrasi TiCl_4 menjadi 1,5 M. Larutan TiCl_4 1,5 M merupakan campuran dari larutan 5 ml TiCl_4 dan 25 ml aquades, proses pengenceran dilakukan di dalam lemari asam. Kemudian ditambahkan surfaktan

CTAB (0,01 gr), dan dihomogenkan menggunakan *magnetik stirer* selama 2 jam. Setelah larutan dihomogenkan, larutan siap untuk digunakan pada proses elektrodeposisi.

Penumbuhan nanopartikel TiO_2 dengan metode elektrodeposisi dimulai dengan memasang substrat FTO pada katoda (kutub negatif) dan batang karbon pada anoda (kutub positif). Kedua elektroda tersebut dipasang dan dimasukkan secara bersama-sama ke dalam botol sintesis yang berisi larutan TiCl_4 yang telah diencerkan menjadi 1,5 M. Proses elektrodeposisi ini dilakukan pada tegangan 2 Volt, 6 Volt, 10 Volt, 14 Volt dan 18 Volt masing-masing pada suhu 37°C dan suhu 50°C . Setelah selesai FTO yang terpasang pada katoda dilepas dan dikeringkan menggunakan pengering. Selanjutnya dilakukan proses *sintering* atau pembakaran pada suhu 500°C selama 5 jam. Suhu ini digunakan karena memiliki *fasa anatase* yang stabil di bawah suhu 600°C . Sampel yang telah terbentuk selanjutnya dikarakterisasi menggunakan spektroskopi sinar ultraviolet dan cahaya tampak (UV-Vis), difraksi sinar-X (XRD), microscope elektron pemindai (SEM), dan energi dispersi sinar-X (EDX).

HASIL DAN PEMBAHASAN

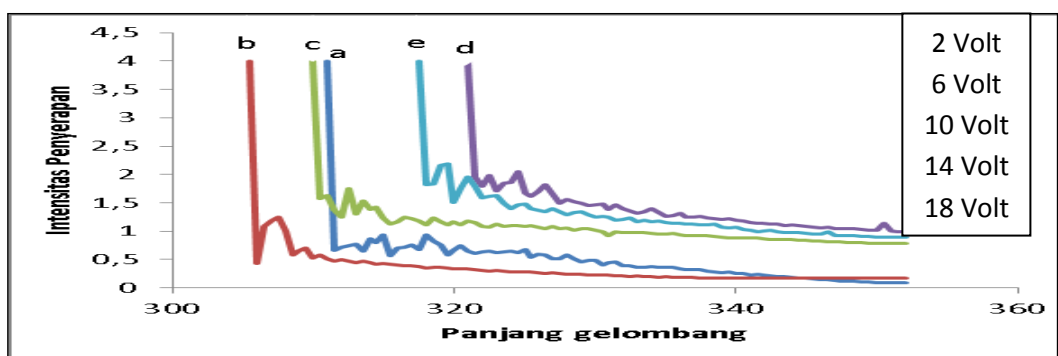
Kurva UV-Vis dari nanopartikel TiO_2 dilukiskan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kurva penyerapan nanopartikel TiO₂ pada suhu 50° C dengan berbagai tegangan elektrodeposisi

Gambar 2. Menunjukkan hubungan antara potensial elektrodeposisi, panjang gelombang dan nilai serapan spektroskopi UV-Vis dari nanopartikel TiO₂ yang ditumbuhkan di atas substrat FTO. Fenomena ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi tegangan yang diberikan maka penyerapan yang dihasilkan akan semakin besar dan semakin rendah tegangan yang diberikan maka penyerapannya maka penyerapan yang dihasilkan semakin

kecil. Kadar penyerapan juga berbanding lurus dengan besar potensial yang diberikan, yang mengindikasikan bahwa lapisan TiO₂ yang terbentuk pada substrat FTO semakin tebal dengan penggunaan potensial yang besar. Pola penumbuhan yang berbanding lurus dengan potensial ini juga ditemukan oleh Lidia (2011), dan sesuai dengan teori transport yang menyatakan laju penumbuhan berbanding lurus dengan medan listrik yang diberikan.



Gambar 3. Kurva penyerapan nanopartikel TiO₂ di atas substrat FTO pada suhu ruang dengan berbagai tegangan elektrodeposisi.

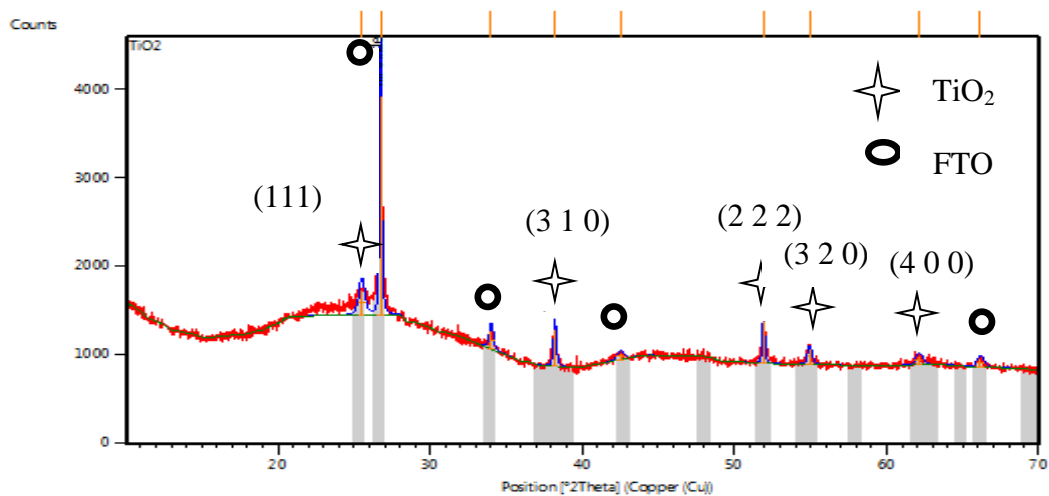
Gambar 3. Menjelaskan terjadinya penyerapan yang dihasilkan nanopartikel TiO₂ diatas

substrat FTO pada suhu ruang menunjukkan bahwa semakin tinggi tegangan elektrodeposisi yang

diberikan maka panjang gelombang dan penyerapan yang diperoleh semakin besar. Hal ini juga menunjukkan bahwa pada substrat FTO terbentuk lapisan TiO_2 yang semakin tebal. begitu pula sebaliknya semakin kecil tegangan yang diberikan maka panjang gelombang dan penyerapannya akan semakin kecil pula. Hal ini menunjukkan

besarnya panjang gelombang dan penyerapan (Lidia, 2011).

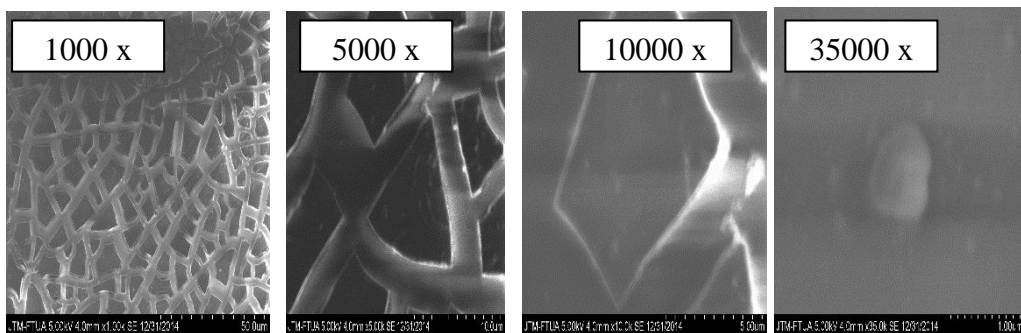
Gambar 2. dan 3. dapat dilihat bahwa perlakuan suhu yang diberikan mempengaruhi kadar penyerapan. Semakin tinggi suhu penumbuhan maka semakin besar kadar penyerapan, yang mengindikasikan lapisan yang terbentuk semakin tebal.



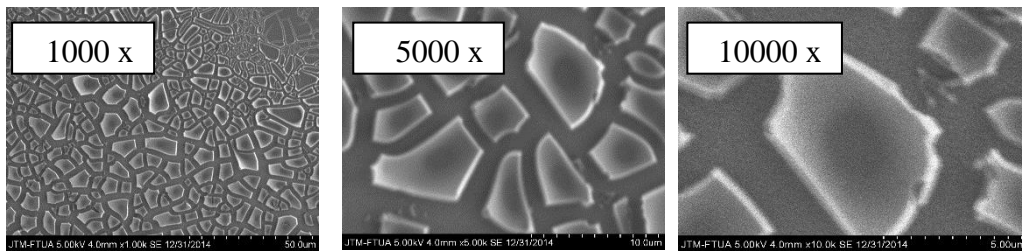
Gambar 4. Pola XRD sampel yang mengandung nano partikel TiO_2 dengan tegangan 18 Volt.

Pola difraksi yang diperoleh dari analisa XRD yang ditumbuhkan di atas substrat FTO memiliki 5 puncak pada sudut 2θ : $25,497^\circ$, $38,176^\circ$, $51,887^\circ$, $54,911^\circ$, $62,093^\circ$. Dengan

orientasi kristal (1 1 1), (2 1 1), (2 2 2), (3 2 0), (4 0 0). Pola difraksi juga didukung juga dengan penelitian sebelumnya (Lidia, 2013).



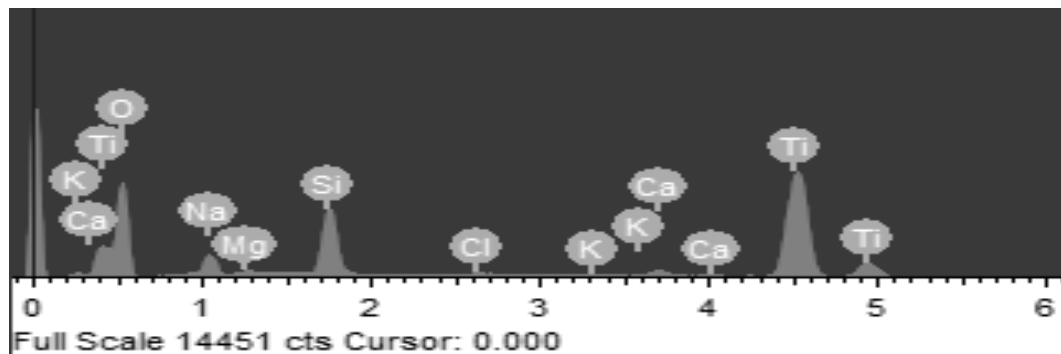
Gambar 5. Foto SEM nanopartikel TiO_2 yang ditumbuhkan pada suhu 50°C dengan tegangan elektrodeposisi 18 Volt



Gambar 5. Foto SEM nanopartikel TiO_2 yang ditumbuhkan pada suhu 50°C dengan tegangan elektrodeposisi 2 Volt.

Gambar 5. menunjukkan bentuk morfologi nanopartikel TiO_2 yang tumbuh pada substrat FTO adalah berbentuk hampir bulat pada perbesaran $35000\times$, sedangkan pada perbesaran $1000\times$ partikel terlihat menyebar dan tidak menumpuk. Gambar 5 menunjukkan bentuk morfologi nanopartikel TiO_2 yang

tumbuh pada substrat FTO pada perbesaran $10000\times$. Terlihat pada gambar tersebut partikel TiO_2 menyebar dan tidak menumpuk, juga memiliki bentuk yang bervariasi. Saat tegangan 2 Volt hanya dapat dilihat perbesaran $10000\times$. Terlihat sampel yang berbentuk lapisan tipis.



Gambar 6. Kurva EDX (Penyebaran Energi Sinar-X) pada sampel TiO_2 dengan tegangan 18 Volt dan suhu 50°C

Gambar 6. memperlihatkan kurva dispersi energi pada sampel. Sampel tersebut menunjukkan adanya keberadaan unsur Ti, pada permukaan sampel, pada hasil EDX juga dapat dilihat puncak Ti dan Cl pada $18,27\text{ KeV}$ dan $0,23\text{ KeV}$, tetapi selain unsur TiCl_4 beberapa unsur lain sebagai unsur asli dalam substrat FTO seperti Fe, Ti, O, Si, Mg, Ca, K, dan Na (Afrida, 2013). Sampel

menggunakan surfaktan CTAB dengan unsur $\text{C}_{19}\text{H}_{42}\text{NBr}$, unsur ini tidak terdeteksi karena terlalu sedikit penggunaannya.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, beberapa hal yang dapat disimpulkan, diantaranya:

1. Penumbuhan nanopartikel TiO_2 telah berhasil dilakukan

- dengan variasi tegangan 2 Volt, 6 Volt, 10 Volt, 14 Volt, dan 18 Volt. Sampel yang memiliki penyerapan paling tinggi yaitu pada tegangan 18 Volt dan sampel yang memiliki penyerapan paling rendah yaitu pada tegangan 2 Volt. Semakin besar tegangan yang diberikan maka penyerapannya akan semakin besar, begitu pula sebaliknya.
2. Pengaruh suhu memberi dampak yang signifikan pada penyerapan dan komposisi bahan yang dihasilkan. Hasil analisis UV-Vis menunjukkan nanopartikel yang diberi suhu 50° C memiliki penyerapan yang paling tinggi.
 3. Foto SEM menunjukkan nanopartikel yang tumbuh pada tegangan 18 Volt memiliki bentuk hampir bulat sedangkan pada tegangan 2 Volt partikel TiO₂ berbentuk lapisan tipis.
 4. Hasil XRD menginformasikan mengenai keberadaan nanopartikel TiO₂ pada permukaan FTO pada puncak sudut 2θ: 25,497°, 38,176°, 38,176°, 51,887°, 54,911°, 62,093°, dengan orientasi kristal (1 1 1), (2 1 1), (2 2 2), (3 2 0), (4 0 0).

DAFTAR PUSTAKA

Afrida, T. 2013. Penumbuhan dan Karakterisasi Nanopartikel Platinum Di atas Permukaan Kaca dan Indium Timah Oksida (ITO) dengan Metode Mediasi Penumbuhan (*Seed Mediated Growth*), Skripsi

Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Riau, Pekanbaru.

- Ahmadi I. K., Amri. S., 2011, Study of Different Parameters in TiO₂ Nanoparticles Formation, *Journal of Material Science and Engineering* 5 (2011) 87-93
- Hoffman, M. R., Martin, S. T., Choi, W., and Bahnemann. D. W., 1995, *Enviromental Application of Semiconductor Photocatalysis*, *Chem. Rev.* 95: 69 – 96
- Lidia, I. 2013. “Sintesis Lapis Tipis TiO₂ dengan Metode Elektrodeposisi Menggunakan Arus Kontinu dan Arus Pulsa. Prosiding Seminar Nasional Fiska, Universitas Andalas: 142-149
- Mursyidi, A., Sri, N., Ibnu. G. G., 1994, Fotodegradasi Senyawa Organoklorin dengan Katalis Titandioksida, Fakultas Farmasi, UGM, Yogyakarta.
- Rahmawati, F., Sayekti, W., dan Nurani, H. 2008. Modifikasi Permukaan Lapis Tipis Semi Konduktor TiO₂ Bersubstrat Grafit dengan Elektrodeposisi Cu. *Indo. J. Chem.*, 3:331-336
- Umar, A. A., Oyama. M., 2006. A Cast Seed-Mediated Growth Method for Gold Nanoparticle-Attached Indium Tin Oxide Surface. *Applied Surface Science*, 253: 2196-2202