

PENUMBUHAN NANOPARTIKEL PLATINUM DENGAN METODE MEDIASI PEMBENIHAN UNTUK APLIKASI ELEKTRODA KOUNTER SOLAR SEL FOTOELEKTROKIMIA

Iwantono^{1*}, Tengku Afrida¹, Rika¹, Erman Taer¹, Akrajas Ali Umar²

¹Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Riau, Jl. HR Soebrantas KM 12,5 Simpang Baru 28293
Pekanbaru Riau - INDONESIA

²Institute of Microengineering and Nanoelectronics, University Kebangsaan Malaysia, 43600
Bangi, Selangor – MALAYSIA

^{1*} e-mail : iwan_tono@yahoo.co.uk

ABSTRAK

Nanopartikel platinum telah berhasil ditumbuhkan pada substrat padat (glass dan ITO) dengan menggunakan metode mediasi pbenihan (seed-mediated growth). Penumbuhan nanopartikel platinum tersebut dilakukan pada suhu 50⁰ C dengan menambahkan larutan surfaktan PVP (*Polyvinylpyrrolidone*) 8 ml dan larutan katalis NaOH dengan volume 0,10 ml, 0,15 ml, 0,20 ml dan 0,25 ml. Sampel dikarakterisasi dengan metode spektroskopi UV-Vis, X-Ray diffraction dan FESEM (Field Emission Scanning Electron Microscopy). Grafik hasil spektroskopi UV-Vis memperlihatkan bahwa penambahan NaOH dengan volume 0,10 ml memiliki intensitas paling tinggi dibanding pada volume yang lain. Pola XRD dari sampel mengkonfirmasi bahwa kemunculan dua puncak pada sudut $2\theta = 39.893^\circ$ dan $2\theta = 46.397^\circ$ mengindikasikan terbentuknya nanopartikel platinum dengan orientasi kristal (111) dan (200). Foto FESEM memperlihatkan densitas yang tinggi dari partikel platinum dengan ukuran yang seragam pada lapisan tunggal substrat padat. Dengan menggunakan metode sederhana ini dimungkinkan dapat menghasilkan jumlah lapisan nanopartikel platinum yang berbeda sehingga ketebalan elektroda yang dihasilkan dapat dikontrol. Hasil yang dihasilkan pada penelitian ini dengan menggunakan metode penumbuhan dengan mediasi pbenihan yang sederhana dan biaya murah ini menjadikan nanopartikel platinum yang dihasilkan dapat diaplikasikan untuk elektroda counter pada solar sel fotoelektrokimia.

Kata kunci: Nanopartikel platinum, Seed-mediated growth, Elektroda counter, Solar sel fotoelektrokimia

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi material dan aplikasinya yang sangat pesat dalam beberapa dekade terakhir, merupakan akibat dari perkembangan nanoteknologi. Nanoteknologi banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang, seperti pembuatan sistem sensor gas (Nengsih dkk, 2011), elektroda dan pengumpul arus pada sel superkapasitor (Taer dkk, 2011), dan pembuatan panel surya (Hull dkk, 2006). Nanopartikel logam (platinum, palladium, emas dan perak) merupakan beberapa bentuk nanomaterial yang banyak difabrikasi dan diaplikasikan dalam beberapa pemakaian. Untuk menghasilkan nanopartikel logam dapat digunakan metode kimia basah (*wet chemical method*).

Penumbuhan nanopartikel logam dapat dilakukan dengan mediasi pbenihan dan penumbuhan (*seed mediated growth*) atau dengan metode penumbuhan langsung (*in situ growth*) (Umar, 2006). Nanopartikel mudah ditumbuhkan dalam bentuk cairan tetapi sulit untuk diaplikasikan. Sedangkan nanopartikel yang ditumbuhkan dalam bentuk padatan lebih sulit tumbuh, tetapi lebih mudah untuk diaplikasikan. Berbagai aplikasi telah berhasil direalisasikan, seperti nanopartikel palladium yang ditumbuhkan di atas karbon sebagai elektroda pada sel superkapasitor (Iwantono dkk, 2012).



Pada penelitian ini nanopartikel logam dibuat dari bahan platinum. Atom platinum memiliki sifat katalik yang baik sehingga dapat meningkatkan kualitas material untuk berbagai aplikasi. Nanopartikel platinum ditumbuhkan dengan metode *seed-mediated growth* dengan tambahan bahan surfaktan yang ditumbuhkan pada permukaan substrat padat yang memiliki sifat konduktif yang tinggi dan permukaan yang transparan.

Dengan menggunakan metode sederhana ini dimungkinkan dapat menghasilkan jumlah lapisan nanopartikel platinum yang berbeda sehingga ketebalan elektroda yang dihasilkan dapat dikontrol. Nanopartikel platinum yang dihasilkan pada penelitian ini dengan menggunakan metode penumbuhan dengan mediasi pembenihan yang sederhana dan biaya murah ini menjadikan nanopartikel platinum yang dihasilkan dapat diaplikasikan untuk elektroda counter pada solar sel fotoelektrokimia.

EKSPERIMEN

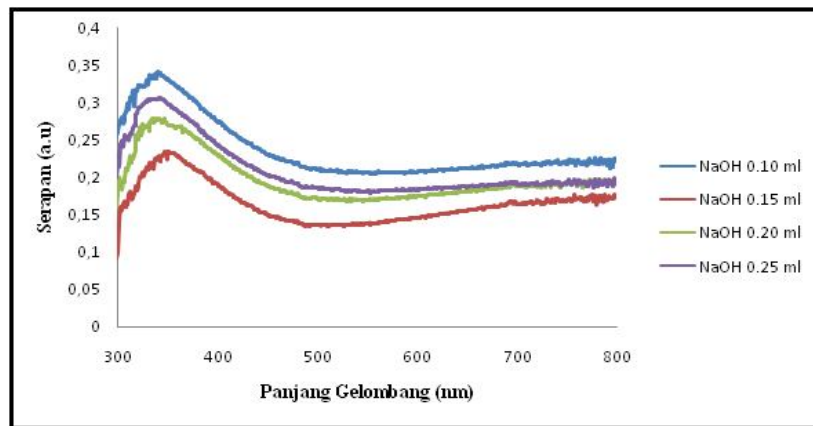
Material: Potassium *tetrachloroplatinate* (II) (K_2PtCl_4), *Ascorbic acid* ($C_6H_8O_6$), *Polyvinylpyrrolidone* (PVP), *Natrium Hidroksida* (NaOH) dan air murni yang memiliki tahanan 8,2 M Ω .

Eksperimen: Penumbuhan nanopartikel platinum dengan menggunakan surfaktan PVP dan katalis NaOH. Nanopartikel platinum ditumbuhkan dengan metode *seed-mediated growth* di atas permukaan substrat padat. Langkah pertama yang dilakukan pada proses pembenihan ini adalah menyiapkan larutan pembenih yaitu larutan potassium tetrachloroplatinate, larutan asam ascorbat dan DI water. Substrat yang telah dibersihkan kemudian di masukkan ke dalam larutan pembenih selama 2 jam pada suhu 50° C. Setelah proses pembenihan selesai, substrat tersebut selanjutnya dicelupkan dalam larutan penumbuh yang terdiri dari larutan $C_6H_8O_6$, PVP, NaOH, dan DI water. Adapun waktu penumbuhan dilakukan selama 5 jam.

Karakterisasi: Untuk menentukan struktur nanopartikel platinum yang tumbuh dilakukan uji difraksi sinar-X. Karakteristik spectrum absorpsi dari nanopartikel platinum dilakukan dengan menggunakan spektroskopi UV-Vis. Morfologi dari nanopartikel platinum dianalisa dengan menggunakan *field-emission scanning electron microscopy* (FESEM). Sedangkan komposisi molekul permukaan sampel dianalisis dengan *energy dispersive x-ray* (EDX).

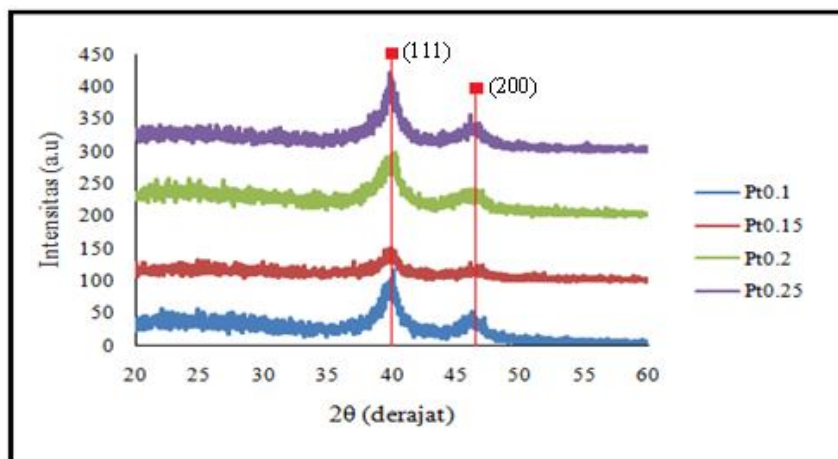
HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 1 memperlihatkan spektrum UV-Vis dari 4 buah sampel yang telah ditumbuhkan nanopartikel platinum dengan menggunakan katalis NaOH dengan variasi volume 0,10 ml; 0,15 ml; 0,20 ml; dan 0,25 ml dan PVP 8 ml. Pada gambar tersebut terlihat bahwa semua sampel menghasilkan puncak absorpsi tunggal pada panjang gelombang sekitar 380 nm. Puncak absorpsi tunggal ini merupakan tipikal untuk partikel berbentuk spheris (bola). Dari gambar tersebut juga dapat dilihat bahwa intensitas absorpsi dipengaruhi oleh volume katalis NaOH. Semakin kecil volume NaOH menghasilkan intensitas UV-Vis semakin tinggi. Spektrum UV-Vis yang dihasilkan dari sampel dengan volume PVP 8 ml dan volume katalis NaOH 0.10 ml memiliki intensitas serapan lebih tinggi dibandingkan dengan 3 sampel lainnya. Intensitas absorpsi mengindikasikan jumlah partikel yang terbentuk pada substrat, oleh karenanya sampel dengan volume NaOH 0.10 ml dan volume PVP 8 ml ini mengindikasikan jumlah partikel platinum yang tumbuh lebih banyak dibandingkan pada sampel lainnya.



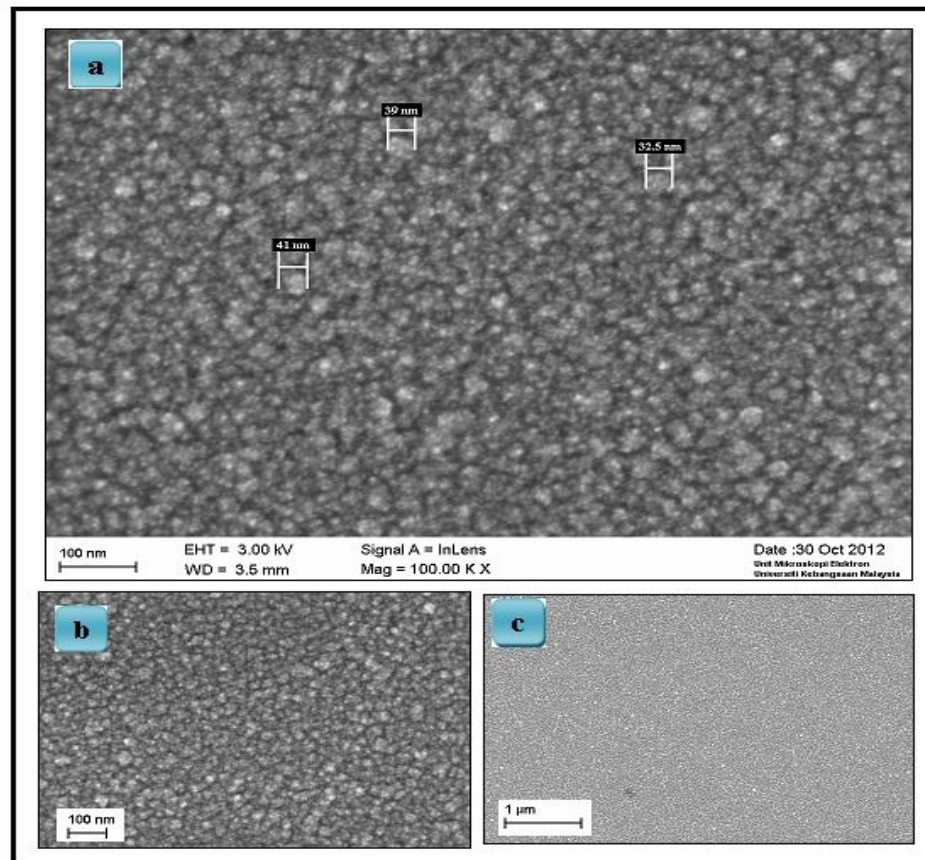
Gambar 1. Spektrum UV-Vis dari 4 buah sampel dengan 4 variasi volume katalis NaOH: 0,10 ml; 0,15 ml; 0,20 ml; dan 0,25 ml pada volume PVP 8 ml

Pola XRD dari 4 sampel dengan variasi volume katalis NaOH 0,10 ml; 0,15 ml; 0,20 ml; dan 0,25 ml pada volume PVP 8 ml pada sudut $2\theta = 20^{\circ} - 60^{\circ}$ diperlihatkan pada Gambar 2. Dapat dilihat dari gambar tersebut bahwa keempat sampel memiliki puncak XRD pada sudut $2\theta = 39.893^{\circ}$ dengan nilai hkl (111) dan sudut $2\theta = 46.397^{\circ}$ dengan nilai hkl (200). Kedua puncak XRD tersebut merupakan representasi dari terbentuknya nanopartikel platinum pada substrat ITO. Analisa XRD dengan menggunakan data JCPDS (Joint Committee on Powder Diffraction Standart) dengan No. 01-087-0640 mengkonfirmasi bahwa nanopartikel platinum yang dihasilkan memiliki struktur kristal FCC (*face centered cubic*) dengan orientasi kristal hkl (111) dan (200) lebih dominan.



Gambar 2. Pola XRD nanopartikel platinum yang ditumbuhkan pada ITO

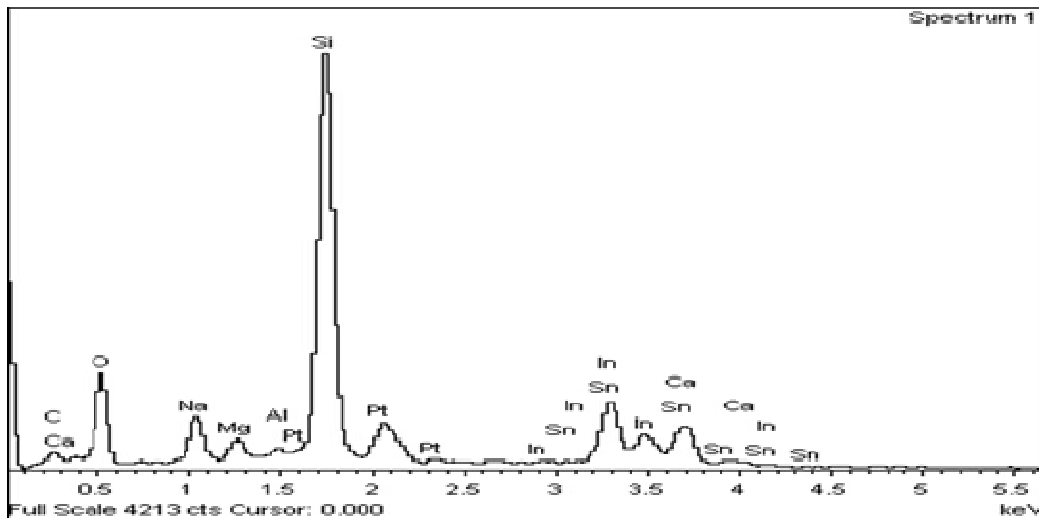
Morfologi permukaan substrat ITO yang telah ditumbuhkan nanopartikel platinum di atasnya diperlihatkan pada Gambar 3. Sampel dengan volume katalis NaOH 0.25 ml dan volume surfaktan PVP 8 ml menghasilkan nanopartikel platinum berbentuk bulat (bola) yang tumbuh tersebar merata di atas permukaan substrat dan memiliki densitas yang tinggi dan memiliki ukuran partikel yang seragam dibandingkan dengan ukuran partikel dari sampel dengan variasi volume NaOH 0.10 ml, 0.15 ml, dan 0.20 ml. Ukuran partikel platinum yang terbentuk berkisar antara 32.5 – 46.6 nm dengan jumlah nanopartikel platinum yang tumbuh adalah sebanyak 1.136 butir dengan ukuran partikel berkisar antara 41 – 46.6 nm sebanyak 0.7 % dan 32.5 – 39 nm sebanyak 99.3 %.



Gambar 3. Nanopartikel platinum yang tumbuh di atas permukaan substrat ITO dengan volume katalis NaOH 0.25 ml dan volume surfaktan PVP 8 ml

Gambar 4 menunjukkan hasil EDX dari sampel yang telah ditumbuhkan nanopartikel platinum di atas substrat padat, yang memperlihatkan keberadaan unsur platinum (Pt) pada permukaan sampel. Pada spektrum EDX ini dapat dideteksi keberadaan puncak platinum pada 2.1 keV dengan prosentase berat sebesar 9.78% dan prosentase atom sebesar 1.41%. Selain unsur platinum, terdapat pula beberapa unsur lain sebagai unsur asli dalam substrat ITO seperti indium (In), timah (Sn), oksigen (O), silikon (Si), magnesium (Mg), kalsium (Ca) dan aluminium (Al). Sampel menggunakan surfaktan PVP dan NaOH sehingga menghasilkan spektrum unsur natrium (Na) pada 1.05 keV, sedangkan unsur hydrogen (H) tidak dapat dideteksi karena terlalu ringan. Selengkapnya kandungan semua unsur kimia beserta prosentase berat dan jumlah atomnya yang terdapat dalam sampel diperlihatkan pada Tabel 1.

Nanopartikel yang dihasilkan dan tumbuh di atas substrat padat ini dimungkinkan diproduksi dalam jumlah yang lebih banyak, dengan melakukan proses mediasi dan penumbuhan berulang. Fabrikasi nanopartikel platinum dengan jumlah yang banyak ini juga menghasilkan jumlah lapisan nanopartikel platinum yang berbeda sehingga ketebalan elektroda yang dihasilkan dapat dikontrol. Nanopartikel platinum yang dihasilkan pada penelitian ini dengan menggunakan metode penumbuhan dengan mediasi pembenihan yang sederhana dan biaya murah ini menjadikan nanopartikel platinum yang dihasilkan dapat diaplikasikan untuk elektroda counter pada solar sel fotoelektrokimia. Dengan penambahan nanopartikel platinum, diharapkan dapat meningkatkan sifat listrik dan elektrokimia elektrolit pepejal polimer sehingga pada akhirnya dapat meningkatkan efisiensi sel surya fotoelektrokimia.



Gambar 4. Spektrum energi sinar-X (EDX) yang menunjukkan semua unsure kimia yang terdapat dalam substrat yang telah ditumbuhkan nanopartikel platinum

Tabel 1. Presentase elemen pada sampel

Elemen	Berat%	Atom%
Pt	9.78	1.41
C	4.06	9.49
O	26.69	46.84
Na	3.84	4.69
Mg	1.50	1.73
Al	0.48	0.50
Si	26.82	26.81
Ca	4.34	3.04
In	19.69	4.81
Sn	2.80	0.66
Total	100	100

KESIMPULAN

Nanopartikel platinum telah berhasil difabrikasi dan ditumbuhkan pada substrat padat dengan menggunakan metode seed-mediated growth dengan K_2PtCl_6 sebagai sumber platinum dengan menambahkan larutan *ascorbic acid*, larutan surfaktan PVP sebanyak 8 ml dan larutan katalis NaOH dengan volume 0,10 ml, 0,15 ml, 0,20 ml dan 0,25 ml. Karakteristik UV-Vis memperlihatkan puncak tunggal absorpsi yang merepresentasikan bentuk geometri spheris dari nanopartikel platinum yang terbentuk pada substrat. Spektrum UV-Vis juga menunjukkan bahwa nanopartikel yang ditumbuhkan pada volume NaOH 0.10 ml memiliki puncak serapan yang paling tinggi dibandingkan dengan sampel lain, sehingga jumlah partikel platinum yang

terbentuk paling banyak pada sampel tersebut. Spektrum XRD memperlihatkan bahwa nanopartikel platinum yang terbentuk memiliki struktur kristal FCC (*Face-Centered Cubic*) dengan bidang kristal (111) dan (200) pada sudut $2\theta = 39.893^\circ$ dan $2\theta = 46.397^\circ$. Foto FESEM menunjukkan bahwa nanopartikel platinum yang tumbuh memiliki densitas yang tinggi (1.136 butir) pada permukaan 1.128 nm x 780 nm dengan range ukuran partikel berkisar antara 32.5 - 46.6 nm. Tinjauan EDX memberikan informasi prosentase unsure kimia yang terkandung dalam sampel. Unsur platinum memiliki persentase atom sebesar 1.41 % dan memiliki persentase berat sebesar 9.78 %. Nanopartikel platinum yang dihasilkan pada penelitian ini dengan menggunakan metode yang sederhana dan biaya murah ini dapat diaplikasikan untuk elektroda counter pada solar sel fotoelektrokimia. Penambahan nanopartikel platinum diharapkan dapat meningkatkan sifat listrik dan elektrokimia elektrolit polimer sehingga dapat meningkatkan efisiensi sel surya fotoelektrokimia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami haturkan penghargaan yang sebesar-besarnya pada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang telah memberikan bantuan dana untuk menyelesaikan penelitian ini lewat Hibah Penelitian Strategi Nasional Tahun 2013.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, Z. H. 2007. "Kebergantungan ukuran nanopartikel terhadap warna yang dipancarkan pada proses deeksitasi" .ITB. Bandung.
- Chang, G., Oyama, M. dan Hirao, K. 2006. In Situ Chemical Reductive Growth of Platinum Nanoparticle In indium Tien Oxide Surface and Their Electrochemical Application. *Jurnal of Physical Chemistry B*. 110 (2006): 1860-1865
- Hull R.V, L.Li, Xing.Y, Chusuei C.C. 2006. Characterizing the Surfaces of Carbon Nanotube Fuel Cell Catalysts. National Synchrotron Light Source. U.S Departement of Energy.
- Iwantono. Umar, A. A. dan Taer, E. 2010. Fabrikasi superkapasitor dengan sifat-sifat kapasitiv tinggi melalui peningkatan antarmuka piranti menggunakan nanopartikel logam. Hibah Bersaing DP2M DIKTI. Universitas Riau, Pekanbaru.
- Lupita, jeni. 2011. Skripsi : Optimalisasi penumbuhan nanopartikel platinum pada substrat stainless steel dan elektroda karbon dengan densitas tinggi. Universitas Riau, Pekanbaru.
- Nengsih, S., Umar, A. A., Salleh, M. M., Oyama, M. dan Majlis, B. Y. 2011. Plasmonic responses of gold nanoparticles on organic vapor: Shape effect. *Materials Science Forum*. 663-665: 956-960.
- Raab, C. Simko, M., Fiederal, U., Nentwich, M. dan Gaszo, A. 2011. Production of Nanoparticles and Nanomaterials. nano trust-dossiers no. 006 en institute of technology assessment of the Austrian Academy of Scineces.
- Schweitzer, J., 2010. *Scanning Electron Microscope*. Purdue University, West Lafayette.
- Taer, E., Deraman, M., Talib, I. A., Hashmi, S. A. dan Umar, A. A. 2011. Growth of Platinum Nanoparticles on Stainless Steel 316L Current Collectors to Improve Carbon-Based Supercapacitors Performanca. *Electrochimica Acta*. 56 (2011): 10217-10222.
- Umar, A. A., Oyama, M., Salleh, M. M. dan Majlis, Y. B. 2009. Formation of high yield gold nanoplates on the surface: effective two-dimensional crystal growth of nanoseed in the presence of poly(vinylpyrrolidone) and cetyltrimethylammonium bromide. *Crystal Growth & Design*. 9 (6): 2835-2840.
- Umar, A. A. dan Oyama, M., 2006. A Cast Seed-Mediated Growth Method for Gold Nanoparticle-Attached Indium Tin Oxide Surfaces. *Applied Surface Science*. 253: 2196-2202.

Pertanyaan 1.

Nama Penanya : Dona Abrini

Instansi : Alumni Fisika UNAND

Pertanyaan : Parameter bahwa itu nanopartikel platinum?

Jawaban : Sampel dikarakterisasi dengan XRD dengan no.JCPDS dihasikan bahwa sampel tersebut benar tumbuh nano partikel platinum dengan 111 dan 200 dengan bentuk kristal fcc

