

Perbedaan Nilai Hambatan Sampel Hasil Preparasi dan Sintesis Lapisan Nanomaterial SnO₂ yang Berasal dari Pembakaran SnCl₂ Berbasis *Mechanical Exfoliation* dengan Variasi Massa dan Waktu Pembakaran Bahan SnCl₂

Fatya Kurniati

Program Studi Fisika Jurusan Pendidikan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta

Fatya.kurniati19@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk i) mengetahui pengaruh variasi massa dan variasi waktu pembakaran SnCl₂ terhadap nilai hambatan yang dihasilkan pada lapisan nanomaterial SnO₂, ii) mengetahui pengaruh jumlah *mechanical exfoliation* pada variasi massa dan waktu pembakaran SnCl₂ terhadap nilai hambatan yang diperoleh, iii) mengetahui pengaruh jumlah *mechanical exfoliation* terhadap nilai transmitansi dan hasil karakterisasi SnO₂ menggunakan XRD. Pembuatan lapisan dilakukan menggunakan metode pemanasan (pembakaran) bahan SnCl₂. Variasi yang dilakukan yakni variasi massa SnCl₂ dengan massa 0,1 gram, 0,2 gram, 0,3 gram, 0,4 gram, dan 0,5 gram, dan variasi waktu pembakaran yaitu 4, 6, 8, 10, dan 12 menit. Setelah pembuatan sampel selesai, selanjutnya dilakukan uji hambatan yang dihasilkan sampel, uji hambatan dengan melakukan *mechanical exfoliation* (ME), dan uji transmitansi. Karakterisasi yang dilakukan adalah karakterisasi menggunakan XRD yang dilakukan ME pada sampel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi massa dan waktu pembakaran berpengaruh terhadap nilai hambatan yang dihasilkan. Semakin besar massa pembakaran yang digunakan, maka nilai hambatan akan semakin kecil. Pada variasi waktu pembakaran, semakin lama waktu yang digunakan maka semakin kecil nilai hambatan yang dihasilkan. ME memiliki pengaruh yang sama pada uji hambatan yang dilakukan, baik untuk variasi massa maupun waktu pembakaran. Semakin besar jumlah ME maka semakin besar nilai hambatannya. Pada uji transmitansi, ME tidak berpengaruh besar terhadap nilai transmitansi, nilai transmitansi rata-rata yang dihasilkan sebesar 85,58%. Pada karakterisasi menggunakan XRD, ME yang dilakukan memperlihatkan sifat kristal dari SnO₂.

Kata Kunci: nanomaterial, *mechanical exfoliation*, hambatan, SnCl₂, SnO₂, massa pembakaran, waktu pembakaran

ABSTRACT

This research aims to understand i) the effect of variation of mass and burning time of SnCl₂ against resistance values generated in the layer of nanomaterial SnO₂, ii) the effect of the number of mechanical exfoliation on the variation of the mass and burning time SnCl₂ against resistance values obtained, iii) the effect the number of mechanical exfoliation towards the transmittance values and characterization of SnO₂ using XRD results. This study began by making the coating using a method of heating (burning) SnCl₂ material. Variations were made for the mass and burning time of SnCl₂. Mass variation of SnCl₂ used are 0.1 grams, 0.2 grams, 0.3 grams, 0.4 grams, and 0.5 grams. The time variation of combustion used are 4, 6, 8, 10, and 12 minutes. Once the sample preparation is complete, then the resulting sample are tested by mechanical exfoliation (ME) and the transmittance test. Characterization using XRD, ME is also conducted on the samples. The results showed that the variation of mass and burning time effect the resulting resistance values. The greater the mass of combustion used the smaller. For time variation of burning, the longer the burning time, the smaller the resistance value. ME has the same effect on conducted both for variations in the mass and burning time. The greater the number of ME, the greater the resistance. In the transmittance test, ME did not effect the transmittance value, and the average transmittance values is 85.58%. On characterization using XRD, ME showed characteristics of SnO₂ crystals.

Keywords: nanomaterials, mechanical exfoliation, resistance, SnCl₂, SnO₂, mass burning, burning time

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan telah mampu menciptakan beberapa energi alternatif, salah satunya adalah pemanfaatan energi matahari sebagai penghasil tenaga listrik. Proses perubahan energi listrik yang bersumber dari energi cahaya dikenal dengan istilah *photovoltaic*. Salah satu kunci dari teknologi *photovoltaic* adalah *transparent conducting films* (TCFs) atau film transparan konduktif. TCFs merupakan material lapisan tipis optik transparan dan dapat menghantarkan listrik. Salah satu TCFs adalah (*transparent conducting oxide* atau TCO).

TCO adalah material oksida yang transparan karena ketebalannya sekitar (100-200) nanometer dan bersifat konduktif karena sifatnya seperti material semikonduktor. TCO umumnya hadir dalam bentuk indium timah oksida (*indium tin oxide* atau ITO), *tin oxide* (SnO₂), fluor didoping oksida timah (*fluorine doped tin oxide* atau FTO), dan *aluminium* didoping *zinc oxide* ZnO:Al (*aluminum doped zinc oxide* atau AZO) (Sharker, 2015: 243).

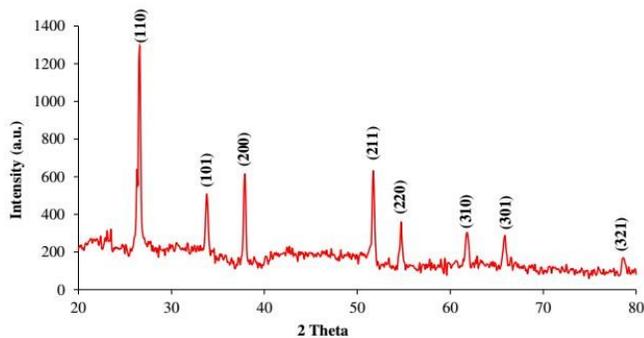
Nanomaterial adalah material yang berukuran nanometer, berkisar antara (1-100) nm. Karakteristik material ini berbeda dengan material yang berukuran lebih besar. Perbedaan ini lebih didasari oleh dua alasan yaitu, luas permukaan dan efek kuantum yang berlaku pada material

ukuran ini. Luas permukaan yang meningkat akan membuat reaktivitas kimia dan sifat elektronik meningkat. Efek kuantum sangat berpengaruh pada sifat optis dan sifat magnetik dari material (Fahlman, 2007: 280-281).

Salah satu bidang nanomaterial yang menarik untuk diteliti adalah nanomaterial oksida logam transisi, contohnya ZnO, TiO₂, WO₃, dan SnO₂. Nanomaterial SnO₂ dikenal sebagai bahan semikonduktor oksida logam tipe-n dengan lebar celah energi (3.6-4.2) eV (Köse, 2012: 1). SnO₂ memiliki struktur kristal tetragonal. Sifat transparansi dari lapisan ini dapat mencapai nilai lebih dari 97% (untuk lapisan yang memiliki ketebalan (0.1-1) μm) (Ji, 2013: 1). Berbagai metode telah digunakan oleh para peneliti untuk mensintesis lapisan SnO₂. Metode yang digunakan antara lain metode sol-gel, evaporasi, *electron beam evaporation*, *chemical bath deposition*, *chemical vapor deposition*, *hydrothermal route*, *sputtering* dan *spray pyrolysis*. SnO₂ telah dikembangkan dan diaplikasikan sebagai katalisator, *transparent conducting electron* untuk solar sel, sensor gas hidrogen, karbon monoksida, etanol, dan methanol (Ayeshamariam, 2013: 1)

Salah satu situs jurnal internasional, *International Nano Letter*, telah mempublikasikan sebuah penelitian oleh Ganesh E Patil, dkk yang telah

berhasil membuat nanopartikel SnO₂. Hasil karakterisasi SnO₂ menggunakan XRD ditunjukkan pada Gambar 1. Dari Gambar 1, puncak-puncak yang terbentuk berada pada sudut 26,6°, 33,8°, 37,9°, 51,8°, 54,7°, 61,9°, dan 65,9° (Patil1, 2012: 2-3).



Gambar 1. Karakterisasi struktur SnO₂ menggunakan XRD.

Berdasarkan struktur penyusun atom, zat padat dibedakan menjadi tiga yaitu *monocrystal*, *polycrystal*, dan *amorf*. Kristal adalah suatu padatan yang partikel penyusunnya tersusun secara teratur dengan keteraturan yang tinggi dalam jangka waktu yang lama dan membentuk pola tiga dimensi (Pratiwi, 2013: 8). Sedangkan *amorf* merupakan padatan yang memiliki pola susunan atom-atom atau molekul-molekul yang acak dan tidak teratur.

Selain material kristal dan amorf, ada juga material semi kristal. Material semi kristal merupakan zat padat yang tersusun dari kristal dan amorf, sebagai contoh avicell, paravin, dan selulose mikrokristalin (Erlian, 2012). Semi kristalin jika

dikarakterisasi menggunakan XRD maka akan tampak adanya perubahan *baseline* berupa pelayangan difraktogram namun masih ditandai dengan adanya puncak-puncak seperti pada bentuk kristalinnya (Putra, 2012: 86).

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen yang menggunakan metode sederhana untuk membuat lapisan SnO₂. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi massa dan waktu pembakaran SnCl₂ serta mengetahui karakterisasi lapisan yang terbentuk.

Waktu dan Tempat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai Juni 2016. Dilakukan di Laboratorium Kimia Jurusan Pendidikan Kimia dan Laboratorium Fisika Koloid lantai II Jurusan Pendidikan Fisika, FMIPA UNY.

Prosedur

Membersihkan kaca preparat menggunakan aquades, setelah itu mengeringkannya menggunakan tisu. Memanaskan kompor listrik pada daya 300 watt selama 10 menit, hingga bersuhu 350°C. Kemudian menimbang massa SnCl₂. Meletakkan serbuk SnCl₂ yang telah ditimbang di atas preparat kemudian diratakan. Meletakkan preparat lain pada preparat yang telah diberi SnCl₂ sehingga

berbentuk seperti *sandwich*. Meletakkan preparat tersebut di atas kasa asbes, kemudian meletakkan dua kaca preparat di samping kaca yang bertumpuk dan memanaskannya. Melakukan kegiatan ini pada pembuatan lapisan baik pada variasi massa maupun variasi waktu pembakaran. Variasi massa SnCl₂ yakni dengan massa 0,1 gram, 0,2 gram, 0,3 gram, 0,4 gram dan 0,5 gram. Sedangkan variasi waktu pembakaran yang dilakukan adalah 4, 6, 8, 10, dan 12 menit. Setelah preparasi selesai selanjutnya dilakukan uji hambatan, dan uji transmitansi, sedangkan karakterisasi dilakukan dengan menggunakan XRD.

Data, Instrumen, dan Teknik Pengumpulan Data

Pada uji hambatan dilakukan dengan mengukur nilai hambatan dengan jarak antar titik sebesar 0,3 cm dengan menggunakan multimeter. Uji hambatan yang dilakukan menggunakan metode *mechanical exfoliation* (ME) menggunakan lakban. ME dilakukan sebanyak 5 kali, sehingga diperoleh data hambatan untuk 0 ME, 1 ME, 2 ME, 3 ME, 4 ME, dan 5 ME.

Uji transmitansi dilakukan pada box tertutup menggunakan *laser pointer* hijau (532 nm). Pada uji ini juga dilakukan metode *mechanical exfoliation*.

Teknik Analisis Data

Hasil pengukuran nilai hambatan dilakukan menggunakan multimeter digital dan FPP sederhana, sedangkan nilai intensitas di peroleh menggunakan lux meter. Selanjutnya data yang didapat, dilakukan analisis menggunakan analisis grafik. Hasil analisis uji XRD ditunjukkan dalam bentuk grafik.

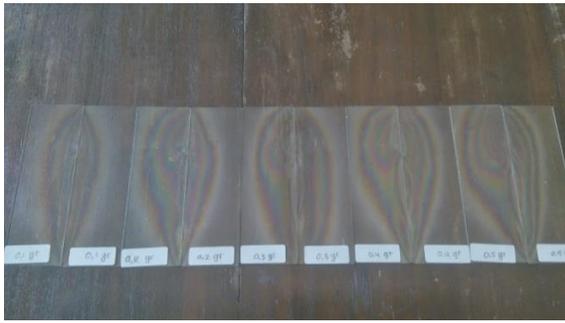
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pembakaran SnCl₂ menggunakan kompor listrik. Pembakaran dilakukan dengan suhu 350°C agar melebihi titik lebur SnCl₂ yakni sebesar 247°C. Sehingga Sn akan terlepas dari ikatannya, dan berikatan dengan oksigen dan membentuk SnO₂, dengan reaksi :



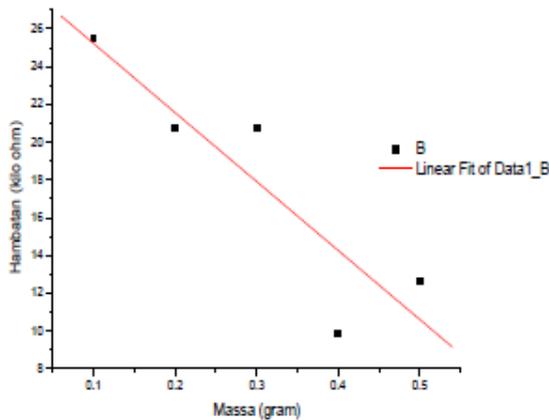
A. Pembuatan dan Uji Hambatan Lapisan SnO₂ dengan variasi massa SnCl₂

Pada pembuatan lapisan dengan variasi massa, waktu pembakaran di kontrol, yaitu selama 15 menit. Berikut hasil preparasi yang dihasilkan.



Gambar 2. Hasil preparasi SnO₂ dengan variasi massa.

Dari sampel yang telah dihasilkan selanjutnya dilakukan uji hambatan. Dari data hasil uji ini, grafik yang dihasilkan disajikan dalam Gambar 2. Pada grafik ini adalah hubungan antara massa yang digunakan terhadap nilai hambatan yang dihasilkan.

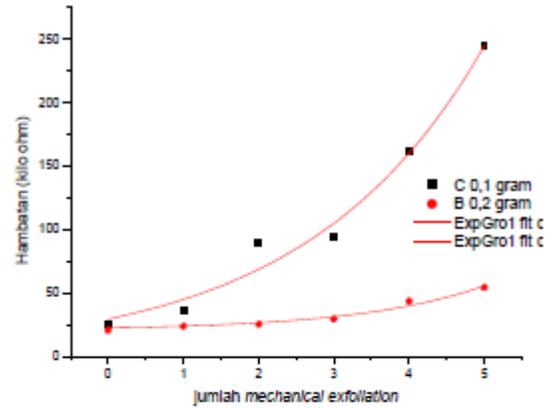


Gambar 3. Grafik pengaruh massa bahan SnCl₂ yang dibakar terhadap nilai hambatan yang dihasilkan

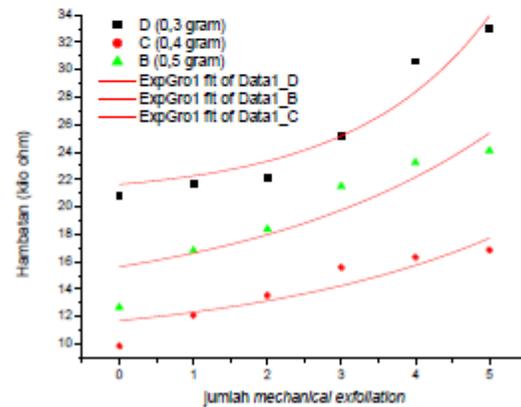
Grafik tersebut menunjukkan adanya pengaruh jumlah massa terhadap nilai hambatan yang dihasilkan. Pada grafik, nilai hambatan cenderung mengalami penurunan seiring bertambahnya jumlah massa bahan SnCl₂ yang digunakan.

Pada pengujian nilai hambatan, dilakukan metode ME menggunakan

lakban. Data yang diperoleh menunjukkan adanya pengaruh ME terhadap nilai hambatan yang dihasilkan. Dari kedua grafik yang terdapat pada Gambar 3 dapat diketahui bahwa dengan semakin banyak jumlah ME yang dilakukan, nilai hambatan yang dihasilkan pun semakin besar.



(a)



(b)

Gambar 3. Grafik pengaruh jumlah ME terhadap nilai hambatan yang dihasilkan (a) pada massa 0,1 dan 0,2 gram, (b) pada 0,3 , 0,4 , dan 0,5 gram.

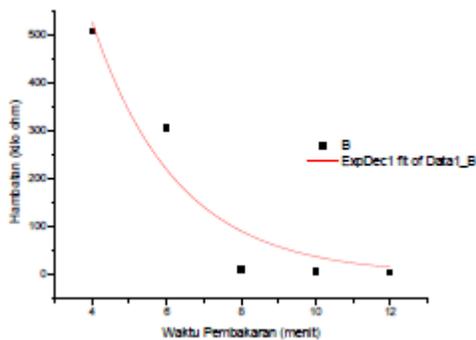
B. Pembuatan dan Uji Hambatan Lapisan SnO₂ dengan variasi waktu pembakaran SnCl₂ Menggunakan Multimeter Digital

Pada variasi waktu, massa yang digunakan dikontrol sebanyak 0,1 gram.



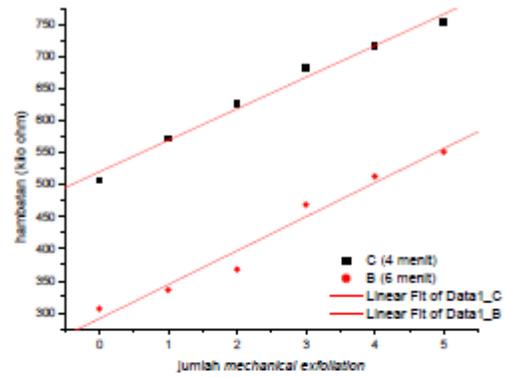
Gambar 4. Hasil preparasi SnO₂ dengan variasi waktu.

Dari hasil yang diperoleh, terlihat bahwa pada waktu pembakaran 4 menit hanya sedikit sekali lapisan yang diperoleh. Seiring bertambahnya waktu, yang digunakan dalam pembakaran, lapisan yang terbentuk pun semakin luas. Selanjutnya sampel tersebut dilakukan pengujian hambatan. Data yang diperoleh selanjutnya disajikan dalam bentuk grafik, terlihat bahwa semakin lama waktu pembakaran yang digunakan, nilai hambatan yang diperoleh semakin kecil.

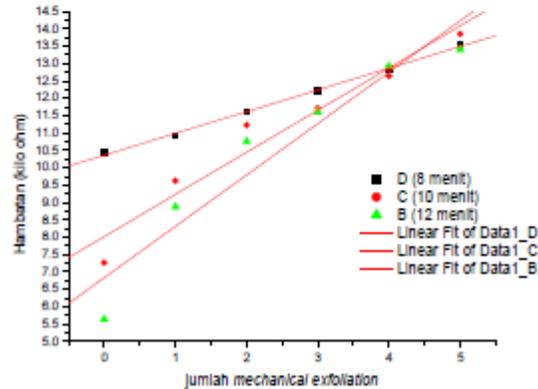


Gambar 5. Grafik pengaruh waktu pembakaran SnCl₂ terhadap nilai hambatan yang dihasilkan.

Mertode ME dilakukan pada pengujian hambatan, dari data tersebut selanjutnya dibuat grafik. Grafik ini disajikan dalam dua buah grafik, karena rentang nilai resistansi yang dihasilkan antara 4 dan 6 menit berbeda dengan 8,10, dan 12 menit.



(a)



(b)

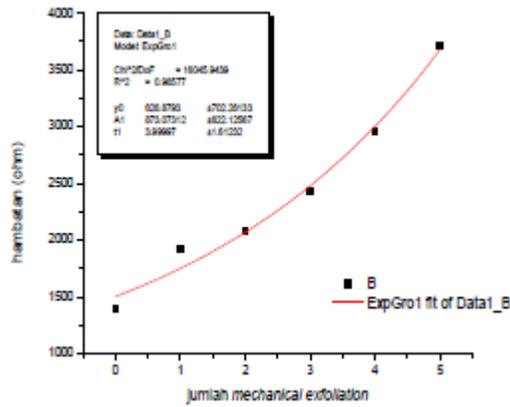
Gambar 6. Grafik pengaruh jumlah ME terhadap nilai hambatan yang dihasilkan pada variasi pembakaran yakni (a) 4 dan 6 menit dan (b) 8, 10 dan 12 menit.

Kedua grafik yang terbentuk menunjukkan adanya pengaruh ME terhadap nilai hambatan yang dihasilkan. Untuk variasi waktu yang digunakan menunjukkan semakin banyak ME yang dilakukan, maka nilai hambatan yang dihasilkan akan semakin besar.

C. Pengujian Hambatan Menggunakan *Four Point Probe (FPP) Sederhana*

Pengujian hambatan menggunakan FPP sederhana ini juga dilakukan metode ME sebanyak 5 kali yang selanjutnya di buat grafik. Pada Gambar 7, terlihat bahwa semakin banyak jumlah ME yang dilakukan, maka nilai hambatan yang dihasilkan akan

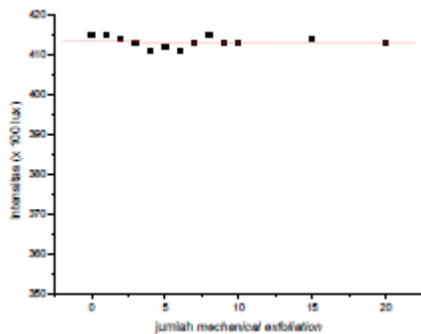
semakin besar.



Gambar 7. Grafik pengaruh jumlah ME terhadap nilai hambatan yang dihasilkan

D. Pengujian Transmittansi pada preparat yang telah dilapisi SnO₂

Uji transmittansi yang dilakukan menggunakan *laser pointer* berwarna hijau dengan panjang gelombang (532 ± 10) nm. Dari data yang dihasilkan, dapat dibuat grafik seperti yang disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik hubungan antara jumlah ME dengan nilai intensitas transmisi yang terukur.

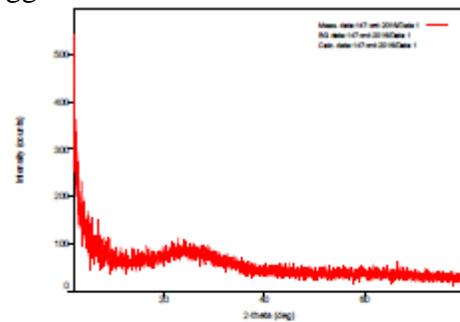
Berdasarkan grafik di atas, jumlah ME yang dilakukan tidak berpengaruh besar terhadap nilai intensitas transmisi yang dihasilkan.

Nilai persentase transmittansi kaca tanpa

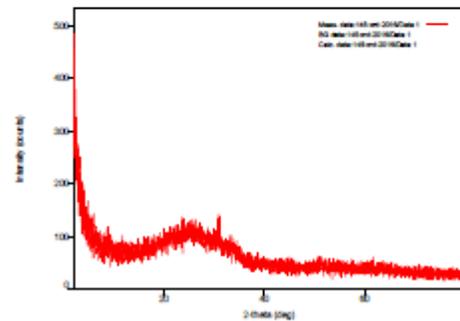
lapisan sebesar 92,11%, sedangkan nilai persentase transmittansi yang telah dilapisi sebesar 77,68%. Dengan mengasumsikan cahaya hanya ditransmisikan dan diabsorpsi, maka dapat diketahui persentase transmisi dari lapisan yakni sebesar 85,58%.

E. Karakterisasi X-Rays Diffraction (XRD)

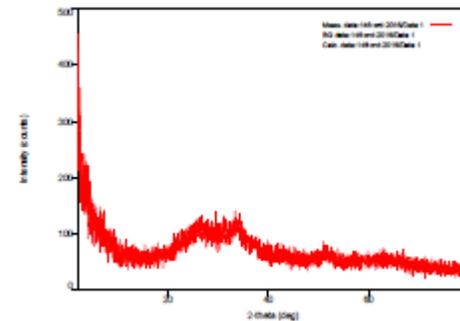
Berikut adalah hasil karakterisasi menggunakan XRD.



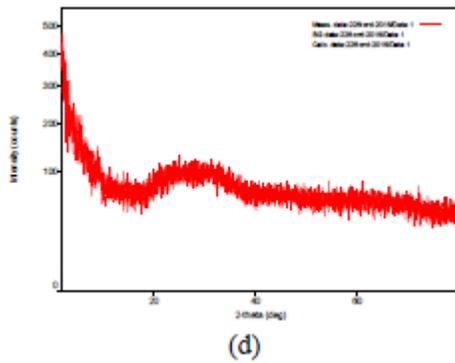
(a)



(b)



(c)



Gambar 9. Grafik hasil karakterisasi menggunakan XRD (a) kaca, (b) kaca yang telah dilapisi SnO₂ tanpa ME, (c) 5 ME, dan (d) 10 ME.

Kaca merupakan padatan yang bersifat amorf. Jika diperhatikan, antara hasil XRD kaca tanpa pelapisan dan kaca dengan lapisan SnO₂ dapat dikatakan memiliki bentuk yang hampir sama., Namun, pada hasil XRD sampel muncul puncak-puncak yang merupakan sifat kristal. Sehingga kemungkinan besar lapisan yang terbentuk bersifat semikristal. Pada hasil karakterisasi menggunakan XRD pula, terlihat perbedaan antara hasil XRD sampel lapisan SnO₂ tanpa ME dengan sampel yang telah dilakukan ME. Hal ini menunjukkan bahwa dengan melakukan beberapa kali ME sifat kristal semakin terlihat.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

1. Variasi massa pembakaran SnCl₂ dalam pembuatan lapisan SnO₂ berpengaruh terhadap perubahan nilai hambatan yang dihasilkan. Secara umum, semakin banyak massa yang digunakan maka semakin kecil nilai hambatan yang diperoleh.

2. Variasi waktu pembakaran SnCl₂ dalam pembuatan lapisan SnO₂ berpengaruh terhadap nilai hambatan yang dihasilkan, semakin lama waktu pembakaran maka, nilai hambatan yang dihasilkan akan semakin kecil.
3. Jumlah *mechanical exfoliation* berpengaruh terhadap nilai hambatan yang dihasilkan. Semakin bertambah jumlah *mechanical exfoliation* maka nilai hambatan yang dihasilkan semakin besar.
4. Pada uji transmitansi, ME tidak berpengaruh besar terhadap nilai transmitansi, nilai transmitansi rata-rata yang dihasilkan sebesar 85,58%. Selain hasil uji transmitansi, hasil karakterisasi menggunakan XRD menunjukkan adanya pengaruh *mechanical exfoliation* yang dilakukan. Dengan *mechanical exfoliation*, semakin memperlihatkan sifat kristal dari SnO₂. Lapisan yang terbentuk kemungkinan besar bersifat semikristal.

Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya :

1. Penggunaan kompor listrik sebaiknya diganti menjadi *hot plate*, karena memiliki panas yang lebih merata dan dapat melakukan variasi suhu.
2. Keterbatasan pada penelitian ini adalah alat pengukuran menggunakan multimeter dan penggunaan *four point probe* sederhana yang hanya mampu

mengukur nilai hambatan. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat menentukan ketebalan lapisan sehingga nilai resistivitas bahan dapat diketahui.

Daftar Pustaka

- Ayeshamarian,A., C.Sanjeeviraja, & R. Perumal Samy . (2013). *Synthesis, Structure, and Optical characterization of SnO₂ Nanoparticles*. Jurnal of Photonics and Spintronics.Vol2 No2 May 2013. Hlm 5.
- Erlian. (2012). *Kristal*. Diakses dari <http://erlian-ff07.web.unair.ac.id/>. Pada 13 Juli 2016 pukul 6.25 WIB
- Fahlman B.D. (2007). *Materials Chemistry*. Diakses dari www.springer.com. Pada 5 Maret 2016 pukul 20.00 WIB.
- Ji,Yu-Chen, Hua-Xing Zhang, Xing-Hua Zhang, & Zhi-Qing Li. (2013). *Structure, optical properties, and electrical transport processes of SnO₂ films with oxygen deficiencies*. China. Tianjin University. PACS numbers: 73.61.Le, 81.15.Cd, 73.50.Bk. Hlm 1.
- Köse, H., Aysin,A.O., & Anbulut, H. (2012). *Sol-Gel Synthesis of Nanostructured SnO₂ Thin Film Anodesfor Li-Ion Batteries*. Sakarya University. Vol. **121** (2012). Hlm. 1.
- Patil, Ganesh E., Dnyaneshwar D Kajale, Vishwas B Gaikwad, & Gotan H Jain. (2012). *Preparation and Characterization of SnO₂ Nanoparticles by Hydrothermal Route*. Matrials research laboratory .T.M.H. Collage.
- Pratiwi, Yunika. (2013). *Struktur Kristal dan Komposisi Kimia Bahan Semikonduktor Cd(Se_{0,6}S_{0,4}) Hasil Preparasi dengan Metode Brigman untuk Aplikasi Sel Surya*. Yogyakarta: FMIPA UNY.
- Putra,Okky D., Ilma Nugrahani, Slamet Ibrahim, & Hidehiro Uekusa. (2012). *Pembentukan Padatan Semi Kristalin dan Ko-kristal Parasetamol*. Jurnal Matematika & Sains, Agustus 2012, Vol. 17 Nomor 2. Hlm 86.
- Sharker, Komol K., Mubarak A. Khan, Shauk M. M. Khan, & Rafiqul Islam(2015). *Preparation and Characterization of Tin Oxide based Transparent Conducting Coating for Solar Cell Application*. Int. J. Thin. Fil. Sci. Tec. 4, No. 3, 243-247 (2015). Hlm 243.