

SINTESIS DAN KARAKTERISASI SIFAT OPTIK FILM TIPIS HAUSMANNITE (Mn_3O_4) DENGAN METODE SPIN COATING

Bevi Lidia^{*}), Ratnawulan, dan Ramli

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang
Jalan Prof. Dr. Hamka Air Tawar, Padang 25131

^{*}fisika.fmipa@unp.ac.id

ABSTRACT

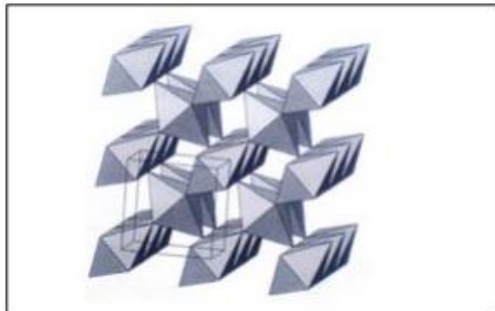
Hausmannite is applied as a semiconductor electronics material one of them as optoelectronic material. The purpose of this research is to investigate the influence of calcination temperature on the growth of thin film by spin coating method against the optical properties of hausmannite. Based on the results of the value of transmittance and reflectance of the thin film of hausmannite decreases at a temperature of 200 °C to 400 °C then enlarges at a temperature of 500 °C. And the absorbance value of the thin film of hausmannite enlarges at a temperature of 200 °C to 400 °C and then shrinks at a temperature of 500 °C. Using the value of transmittance obtained large energy gap at the temperature calcination 200 °C, 300 °C, 400 °C and 500 °C is 1.53 eV, 1.64 eV, 2.26 eV and 2.28 eV.

Keywords : Hausmannite, Optical Properties, Energy Gap

PENDAHULUAN

Mangan merupakan salah satu mineral dari 12 unsur yang cukup banyak terdapat di kerak bumi. Mineral mangan di seluruh dunia terdapat dengan jumlah 0,1 % dari kandungan kerak^[2]. Salah satu keberadaan bijih mangan terdapat di Nagari Kiawai Kecamatan Gunung Tuleh Kabupaten Pasaman Barat. Struktur mangan oksida penyusun bijih mangan dari hasil sinter pada suhu 700-1000 °C, menghasilkan beberapa komposisi mineral salah satunya *Hausmannite*^[10].

Hausmannite mempunyai sistem kristal berbentuk tetragonal dengan dimensi sel nya $a = 5,76 \text{ \AA}$, $b = 5,76 \text{ \AA}$, $c = 9,45 \text{ \AA}$ serta grup ruang $141/amd$. Berat jenis 4,7-4,8 g cm^{-3} berwarna hitam kecoklatan. *Hausmannite* memiliki kilap seperti^[11]. Gambar 1 menampilkan bentuk dari struktur *hausmannite*. *Hausmannite* saat ini banyak di aplikasikan sebagai material elektronik semikonduktor. Agar dapat di aplikasikan sebagai bahan elektronika semikonduktor beberapa persyaratan harus dimiliki *Hausmannite* adalah harus memiliki energi gap kecil dari 6 eV. Untuk dapat memiliki energi gap yang kecil dari 6eV *Hausmannite* harus disintesis agar memiliki ukuran butir yang kecil dan bentuk morfologi yang homogen.



Gambar 1. Struktur Tetragonal^[11]

Sebelumnya telah dilakukan penelitian yang menghasilkan nanopartikel *hausmannite* pada waktu *milling* 8 jam dengan ukuran butir 90,50 nm. Namun morfologi nanopartikel *hausmannite* yang dihasilkan memiliki bentuk yang tidak menentu dengan distribusi ukuran yang tidak merata^[9]. Untuk itu agar morfologi nanopartikelnya beraturan penulis merubah nanopartikel ini menjadi lapisan tipis yang sering disebut dengan film tipis.

Film tipis merupakan suatu lapisan dari bahan organik, anorganik, metal, maupun cairan metal organik yang dapat memiliki sifat-sifat sebagai konduktor, semikonduktor, superkonduktor, maupun isolator. Lapisan tipis dibuat dengan teknik penumbuhan atom atau partikel pada permukaan substrat dengan ketebalan sampai orde mikrometer bahkan nanometer. *Sintesis penumbuhan film tipis Hausmannite dapat dilakukan dengan metode Spray Pyrolysis*^[1], *Chemical Bath Deposition*^{[5],[3]}. Namun metode penumbuhan film tipis tersebut memiliki kekurangan seperti lapisan yang di hasilkan tidak merata, sulit dalam pelaksanaan dan biaya produksi yang mahal. Cara lain yang lebih sederhana untuk mensintesis film tipis *Hausmannite* dapat dilakukan dengan menggunakan metode *spin coating*.

Metode *spin coating* dapat diartikan sebagai sebuah metode pembentukan lapisan tipis melalui proses pemutaran atau *spin*. Metode *spin coating* merupakan metode yang paling mudah dan cepat dalam penumbuhan lapisan tipis. Lapisan tipis yang dihasilkan dengan metode ini memiliki tingkat kehomogenan yang cukup tinggi. Ketebalan lapisan yang diinginkan bisa dikontrol berdasarkan waktu dan kecepatan putaran dari alat *spin coater*. Proses *spin coating* meliputi 4 tahapan yang terdiri dari deposisi, *spin up* dan *spin off* serta tahap evaporasi yang menentukan ketebalan akhir dari lapisan tipis^[7].

Penelitian film tipis *Hausmannite* dengan metode *Spin*^{[15],[4],[6]}. Meskipun demikian penelitian ini memiliki kelemahan dalam pelaksanaan campuran bahan-bahan yang digunakan cukup rumit serta ukuran partikel yang dihasilkan agak kasar dan tidak homogen. Oleh karena itu dalam penelitian ini penulis membuat film tipis *Hausmannite* menggunakan proses sol-gel, dimana untuk campuran yang digunakan untuk membuat sol-gel adalah aditif etilen dengan ukuran partikel yang dihasilkan lebih halus dan sangat homogeny^[8].

Sebelumnya telah dikaji karakterisasi film tipis hausmannite yang menjelaskan bahwa sifat fisika dari *hausmannite* seperti sifat listrik, sifat magnet dan sifat optik dapat dipengaruhi oleh perubahan bentuk morfologi yang bergantung pada suhu substrat saat pembuatan film tipis^{[3],[16]}. Untuk itu maka dilakukan penumbuhan film tipis dengan variasi temperatur kalsinasi untuk melihat pengaruhnya terhadap struktur, morfologi, sifat listrik dan sifat optik film tipis *hausmannite* yang dihasilkan.

METODE PENELITIAN

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah nanopartikel *hausmannite* dalam mineral mangan dengan waktu *milling* selama 8 jam^[9] yang sampelnya diperoleh dari prose *sintering* 1000°C^[10] yang sampelnya berasal dari Nagari Kiawai Kecamatan Gunung Tuleh Kabupaten Pasaman Barat.

Proses Sol Gel

Pada proses sol gel dilakukan dengan mengendapkan Mn_3O_4 menggunakan prekursor Mangan Asetat ($Mn(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$). Pembuatan prekursor dilakukan dengan cara mencampurkan 0,6 gram Mn_3O_4 dengan 15 ml HNO_3 1 M. Kemudian prekursor dicampurkan dengan 30 ml $C_2H_8N_2$ (etilen diamin) sambil diaduk sehingga terbentuk larutan yang homogen. Pengadukan dilakukan pada suhu 110 °C selama ± 3 jam menggunakan *magnetic stirrer* berkecepatan konstan.

Penumbuhan Lapisan tipis

Lapisan tipis dibuat dengan metode *spin coating*, dimana larutan diteteskan pada substrat kaca, substrat diputar selama 30 detik dengan kecepatan putar dari alat *spin coating* 1000 rpm yang bertujuan menyebarkan gel keseluruh permukaan substrat dan untuk membentuk lapisan yang datar dan homogen. Kemudian lapisan tipis dikeringkan pada suhu 100°C selama 15 menit. Selanjutnya dikalsinasi dengan variasi suhu 200°C, 300°C, 400°C dan 500°C selama 1 jam untuk mendapatkan oksida mangan.

Tahap Karakterisasi

Selanjutnya untuk mengetahui struktur, morfologi, sifat optik dari lapisan tipis digunakan alat

karakterisasi Spektrofotometer UV-VIS. Berdasarkan data dari spektrofotometer UV-VIS diplot grafik hubungan antara panjang gelombang dengan absorbansi dan hubungan reflektansi dengan panjang gelombang. Kemudian dari data hubungan panjang gelombang dengan transmitansi menentukan nilai energi gap menggunakan teknik Tauc Plot yang telah dijelaskan pada kajian pustaka mengenai energi gap

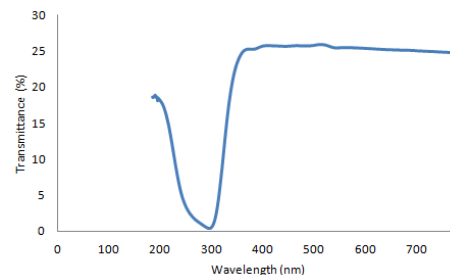
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang didapatkan dari karakterisasi sifat optik lapisan tipis Mn_3O_4 menggunakan alat Spektrofotometer UV-VIS yaitu transmitansi, absorbansi, reflektansi dan energi gap. Berdasarkan data karakterisasi sifat optik dari film tipis *hausmannite* menggunakan spektrofotometer UV-VIS dengan rentang panjang gelombang antara 185-780 nm. Data yang didapatkan adalah nilai transmitansi, absorbansi, dan reflektansi dengan variasi temperatur kalsinasi 200 °C, 300 °C, 400 °C dan 500 °C.

Dari data tersebut kemudian dibuat grafik menggunakan *Software Microsoft Excel*, sehingga dapat dilihat hubungan antara panjang gelombang dengan nilai transmitansi, absorbansi dan reflektansi serta dapat dilihat bagaimana pengaruh temperatur kalsinasi terhadap nilai transmitansi, absorbansi dan reflektansi. Kemudian dari nilai transmitansi dapat ditentukan nilai energi gap dari lapisan tipis *hausmannite*.

Transmitansi

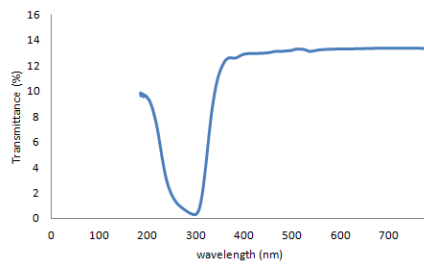
Grafik hasil pengukuran transmitansi terhadap panjang gelombang pada lapisan Mn_3O_4 pada suhu kalsinasi sebesar 200 °C dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Hubungan Panjang Gelombang Terhadap Transmitansi Lapisan Tipis Mn_3O_4 pada Suhu 200 °C

Gambar 2 memperlihatkan grafik yang menyatakan hubungan antara panjang gelombang terhadap nilai transmitansi. Besarnya nilai transmitansi lapisan tipis Mn_3O_4 untuk suhu kalsinasi 200 °C pada rentang panjang gelombang antara 185 nm – 780 nm yaitu sebesar 18,68 % - 24,82 %. Dari grafik dapat dilihat puncak transmitansi tertinggi yaitu sebesar 25,98 % pada rentang panjang gelombang 310 nm – 515 nm.

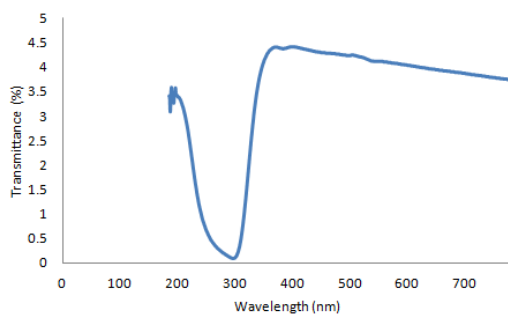
Grafik hasil pengukuran transmittansi terhadap panjang gelombang pada lapisan Mn_3O_4 pada suhu kalsinasi sebesar $300\text{ }^\circ\text{C}$ dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Hubungan Panjang Gelombang Terhadap Transmittansi Lapisan Tipis Mn_3O_4 pada Suhu $300\text{ }^\circ\text{C}$

Gambar 3 memperlihatkan grafik yang menyatakan hubungan antara panjang gelombang terhadap nilai transmittansi. Besarnya nilai transmittansi lapisan tipis Mn_3O_4 untuk suhu kalsinasi $300\text{ }^\circ\text{C}$ pada rentang panjang gelombang antara $185\text{ nm} - 780\text{ nm}$ yaitu sebesar $9,87\% - 14,02\%$. Dari grafik dapat dilihat puncak transmittansi tertinggi yaitu sebesar $14,02\%$ pada rentang panjang gelombang 780 nm .

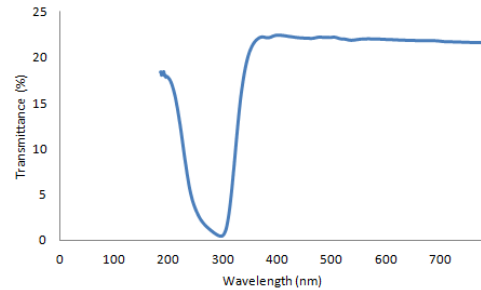
Grafik hasil pengukuran transmittansi terhadap panjang gelombang pada lapisan Mn_3O_4 pada suhu kalsinasi sebesar $400\text{ }^\circ\text{C}$ dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Hubungan Panjang Gelombang Terhadap Transmittansi Lapisan Tipis Mn_3O_4 pada Suhu $400\text{ }^\circ\text{C}$

Gambar 4 memperlihatkan grafik yang menyatakan hubungan antara panjang gelombang terhadap nilai transmittansi. Besarnya nilai transmittansi lapisan tipis Mn_3O_4 untuk suhu kalsinasi $400\text{ }^\circ\text{C}$ pada rentang panjang gelombang antara $185\text{ nm} - 780\text{ nm}$ yaitu sebesar $3,41\% - 3,74\%$. Dari grafik dapat dilihat puncak transmittansi tertinggi yaitu sebesar $4,42\%$ pada rentang panjang gelombang $395\text{ nm} - 404\text{ nm}$.

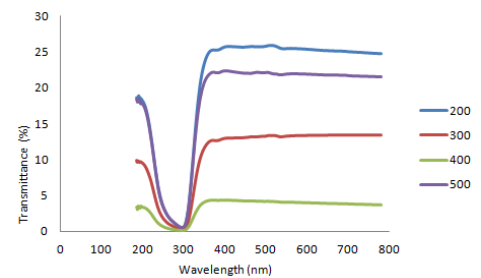
Grafik hasil pengukuran transmittansi terhadap panjang gelombang pada lapisan Mn_3O_4 pada suhu kalsinasi sebesar $500\text{ }^\circ\text{C}$ dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Hubungan Panjang Gelombang Terhadap Transmittansi Lapisan Tipis Mn_3O_4 pada Suhu $500\text{ }^\circ\text{C}$

Gambar 5 memperlihatkan grafik yang menyatakan hubungan antara panjang gelombang terhadap nilai transmittansi. Besarnya nilai transmittansi lapisan tipis Mn_3O_4 untuk suhu kalsinasi $500\text{ }^\circ\text{C}$ pada rentang panjang gelombang antara $185\text{ nm} - 780\text{ nm}$ yaitu sebesar $18,36\% - 21,57\%$. Dari grafik dapat dilihat puncak transmittansi tertinggi yaitu sebesar $22,40\%$ pada rentang panjang gelombang $399\text{ nm} - 404\text{ nm}$.

Hubungan antara Suhu kalsinasi terhadap transmittansi dapat dilihat pada Gambar 6.

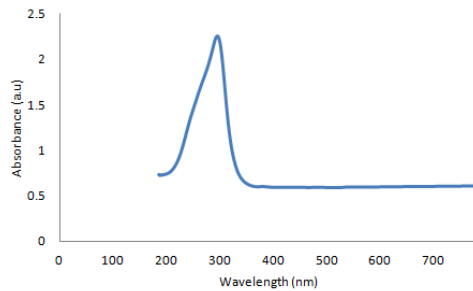


Gambar 6. Grafik Hubungan Panjang Gelombang terhadap Transmittansi lapisan tipis dengan variasi suhu kalsinasi $200\text{ }^\circ\text{C}$, $300\text{ }^\circ\text{C}$, $400\text{ }^\circ\text{C}$ dan $500\text{ }^\circ\text{C}$

Berdasarkan grafik pada Gambar 6 nilai transmittansi dari suatu lapisan tipis berbeda sesuai dengan variasi suhu kalsinasi dari lapisan tipis. Dari grafik diatas dapat kita analisis nilai transmittansi minimum untuk suhu $200\text{ }^\circ\text{C}$ terdapat pada panjang gelombang 295 nm sebesar $0,43\%$, suhu $300\text{ }^\circ\text{C}$ terdapat pada panjang gelombang $296 - 297\text{ nm}$ sebesar $0,26\%$, suhu $400\text{ }^\circ\text{C}$ terdapat pada panjang gelombang $295 - 298\text{ nm}$ sebesar $0,09\%$ dan suhu $500\text{ }^\circ\text{C}$ terdapat pada panjang gelombang $295 - 297\text{ nm}$ sebesar $0,49\%$. Dari nilai tersebut menunjukkan nilai transmittansi menurun pada suhu $300\text{ }^\circ\text{C}$ dan $400\text{ }^\circ\text{C}$ kemudian kembali naik pada suhu $500\text{ }^\circ\text{C}$.

Absorbansi

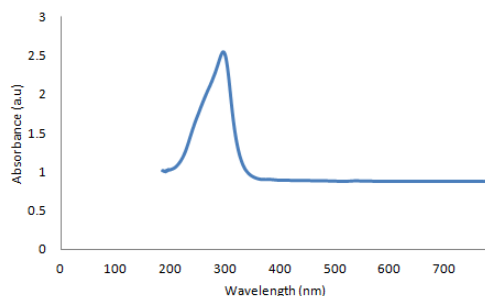
Grafik hasil pengukuran absorbansi terhadap panjang gelombang pada lapisan Mn_3O_4 pada suhu kalsinasi sebesar $200\text{ }^\circ\text{C}$ dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Hubungan Panjang Gelombang Terhadap Absorbansi Lapisan Tipis Mn_3O_4 pada Suhu $200\text{ }^\circ\text{C}$

Gambar 7 memperlihatkan grafik yang menyatakan hubungan antara panjang gelombang terhadap nilai absorbansi. Besarnya nilai absorbansi lapisan tipis Mn_3O_4 untuk suhu kalsinasi $200\text{ }^\circ\text{C}$ pada rentang panjang gelombang antara $185\text{ nm} - 780\text{ nm}$ yaitu sebesar $0.7319\% - 0.6074\%$. Dari grafik dapat dilihat puncak absorbansi tertinggi yaitu sebesar 0.2584% pada rentang panjang gelombang 295 nm .

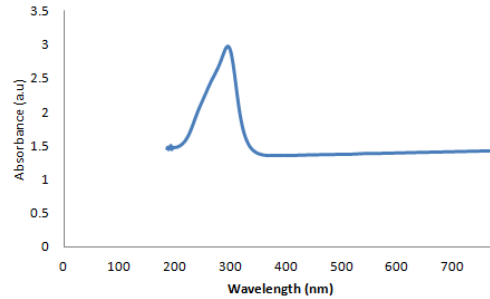
Grafik hasil pengukuran absorbansi terhadap panjang gelombang pada lapisan Mn_3O_4 pada suhu kalsinasi sebesar $300\text{ }^\circ\text{C}$ dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Hubungan Panjang Gelombang Terhadap Absorbansi Lapisan Tipis Mn_3O_4 pada Suhu $300\text{ }^\circ\text{C}$

Gambar 8 memperlihatkan grafik yang menyatakan hubungan antara panjang gelombang terhadap nilai absorbansi. Besarnya nilai absorbansi lapisan tipis Mn_3O_4 untuk suhu kalsinasi $300\text{ }^\circ\text{C}$ pada rentang panjang gelombang antara $185\text{ nm} - 780\text{ nm}$ yaitu sebesar $1.0112\% - 0.8787\%$. Dari grafik dapat dilihat puncak absorbansi tertinggi yaitu sebesar 2.5514% pada rentang panjang gelombang 296 nm .

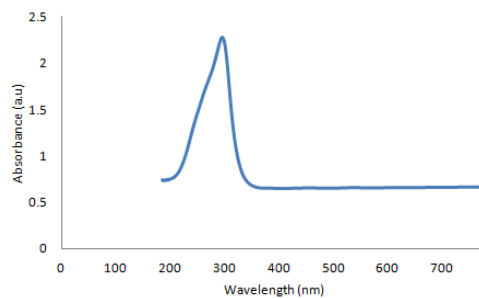
Grafik hasil pengukuran absorbansi terhadap panjang gelombang pada lapisan Mn_3O_4 pada suhu kalsinasi sebesar $400\text{ }^\circ\text{C}$ dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Hubungan Panjang Gelombang Terhadap Absorbansi Lapisan Tipis Mn_3O_4 pada Suhu $400\text{ }^\circ\text{C}$

Gambar 9 memperlihatkan grafik yang menyatakan hubungan antara panjang gelombang terhadap nilai absorbansi. Besarnya nilai absorbansi lapisan tipis Mn_3O_4 untuk suhu kalsinasi $400\text{ }^\circ\text{C}$ pada rentang panjang gelombang antara $185\text{ nm} - 780\text{ nm}$ yaitu sebesar $1.4602\% - 1.429\%$. Dari grafik dapat dilihat puncak absorbansi tertinggi yaitu sebesar 2.972% pada rentang panjang gelombang 295 nm .

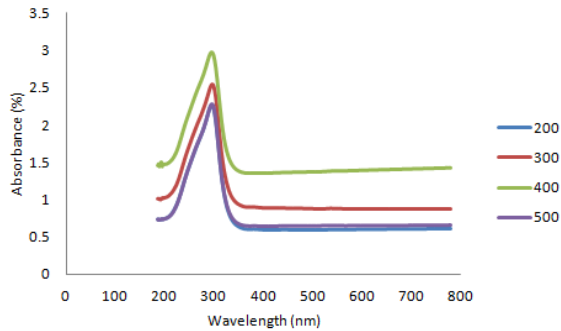
Grafik hasil pengukuran absorbansi terhadap panjang gelombang pada lapisan Mn_3O_4 pada suhu kalsinasi sebesar $500\text{ }^\circ\text{C}$ dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Hubungan Panjang Gelombang Terhadap Absorbansi Lapisan Tipis Mn_3O_4 pada Suhu $500\text{ }^\circ\text{C}$

Gambar 10 memperlihatkan grafik yang menyatakan hubungan antara panjang gelombang terhadap nilai absorbansi. Besarnya nilai absorbansi lapisan tipis Mn_3O_4 untuk suhu kalsinasi $500\text{ }^\circ\text{C}$ pada rentang panjang gelombang antara $185\text{ nm} - 780\text{ nm}$ yaitu sebesar $0.7458\% - 0.6666\%$. Dari grafik dapat dilihat puncak absorbansi tertinggi yaitu sebesar 2.2766% pada rentang panjang gelombang 295 nm .

Hubungan antara Suhu kalsinasi terhadap Absorbansi dapat dilihat pada Gambar 11.

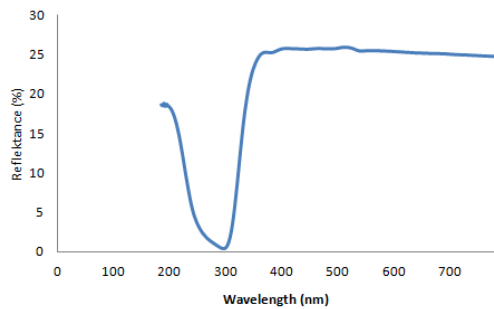


Gambar 11. Grafik Hubungan Panjang Gelombang terhadap absorbansi lapisan tipis dengan variasi suhu kalsinasi 200 °C, 300 °C, 400 °C dan 500°C.

Berdasarkan grafik pada Gambar 11 nilai absorbansi dari suatu lapisan tipis berbeda sesuai dengan variasi suhu kalsinasi dari lapisan tipis. Dari grafik diatas dapat kita analisis nilai absorbansi maksimum untuk suhu 200 °C terdapat pada panjang gelombang 295 nm sebesar 2,2584 %, suhu 300 °C terdapat pada panjang gelombang 296 nm sebesar 2,5514 %, suhu 400 °C terdapat pada panjang gelombang 295 nm sebesar 2,972 % dan suhu 500 °C terdapat pada panjang gelombang 295 nm sebesar 2,2766 %. Dari nilai tersebut menunjukkan nilai absorbansi naik pada suhu 300 °C dan 400 °C kemudian kembali turun pada suhu 500 °C.

Reflektansi

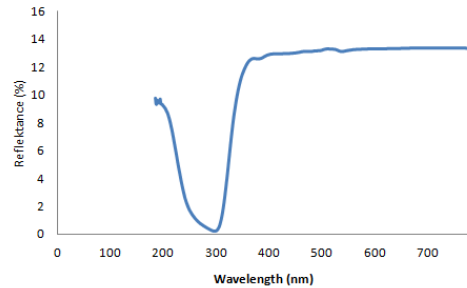
Grafik hasil pengukuran reflektan terhadap panjang gelombang pada lapisan Mn₃O₄ pada suhu kalsinasi sebesar 200 °C dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik Hubungan Panjang Gelombang Terhadap Reflektan Lapisan Tipis Mn₃O₄ pada Suhu 200 °C

Gambar 12 memperlihatkan grafik yang menyatakan hubungan antara panjang gelombang terhadap nilai reflektan. Besarnya nilai reflektan lapisan tipis Mn₃O₄ untuk suhu kalsinasi 200 °C pada rentang panjang gelombang antara 185 nm – 780 nm yaitu sebesar 18,69 % - 24,81 %. Dari grafik dapat dilihat puncak absorbansi tertinggi yaitu sebesar 25,98 % pada rentang panjang gelombang 511 nm - 513 nm.

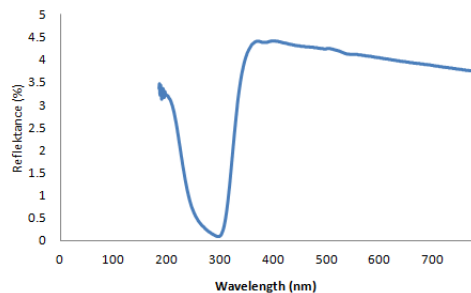
Grafik hasil pengukuran reflektan terhadap panjang gelombang pada lapisan Mn₃O₄ pada suhu kalsinasi sebesar 300 °C dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Grafik Hubungan Panjang Gelombang Terhadap Reflektan Lapisan Tipis Mn₃O₄ pada Suhu 300 °C

Gambar 13 memperlihatkan grafik yang menyatakan hubungan antara panjang gelombang terhadap nilai reflektan. Besarnya nilai reflektan lapisan tipis Mn₃O₄ untuk suhu kalsinasi 300 °C pada rentang panjang gelombang antara 185 nm – 780 nm yaitu sebesar 9,79 % - 13,36 %. Dari grafik dapat dilihat puncak absorbansi tertinggi yaitu sebesar 13,38 % pada rentang panjang gelombang 676 nm - 740 nm.

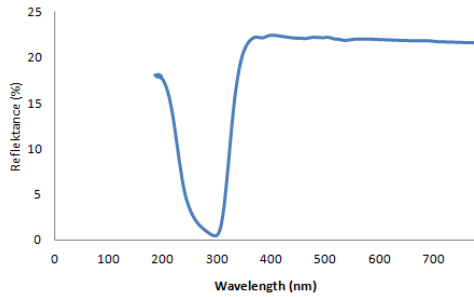
Grafik hasil pengukuran reflektan terhadap panjang gelombang pada lapisan Mn₃O₄ pada suhu kalsinasi sebesar 400 °C dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Grafik Hubungan Panjang Gelombang Terhadap Reflektan Lapisan Tipis Mn₃O₄ pada Suhu 400 °C

Gambar 14 memperlihatkan grafik yang menyatakan hubungan antara panjang gelombang terhadap nilai reflektan. Besarnya nilai reflektan lapisan tipis Mn₃O₄ untuk suhu kalsinasi 400 °C pada rentang panjang gelombang antara 185 nm – 780 nm yaitu sebesar 3,37 % - 3,74 %. Dari grafik dapat dilihat puncak absorbansi tertinggi yaitu sebesar 4,42 % pada rentang panjang gelombang 395 nm - 404 nm.

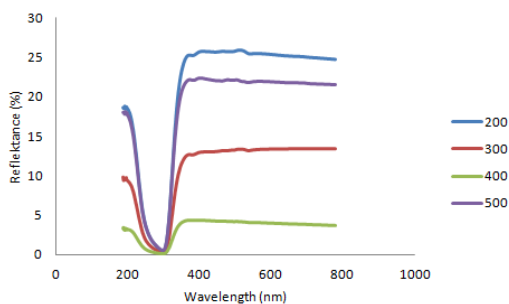
Grafik hasil pengukuran reflektan terhadap panjang gelombang pada lapisan Mn₃O₄ pada suhu kalsinasi sebesar 500 °C dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Grafik Hubungan Panjang Gelombang Terhadap Reflektan Lapisan Tipis Mn₃O₄ pada Suhu 500 °C

Gambar 15 memperlihatkan grafik yang menyatakan hubungan antara panjang gelombang terhadap nilai reflektan. Besarnya nilai reflektan lapisan tipis Mn₃O₄ untuk suhu kalsinasi 500 °C pada rentang panjang gelombang antara 185 nm – 780 nm yaitu sebesar 18,04 % - 21,57 %. Dari grafik dapat dilihat puncak absorbansi tertinggi yaitu sebesar 22,40 % pada rentang panjang gelombang 400 nm - 403 nm.

Hubungan antara Suhu kalsinasi terhadap reflektansi dapat dilihat pada Gambar 16.



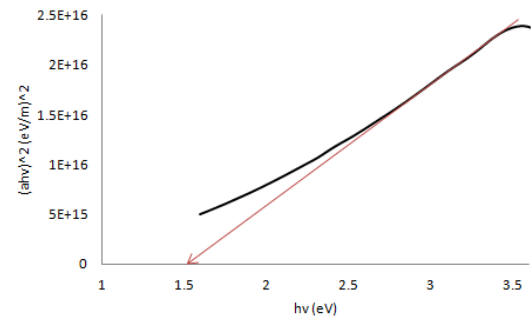
Gambar 16. Grafik Hubungan Panjang Gelombang terhadap Reflektansi lapisan tipis dengan variasi suhu kalsinasi 200 °C, 300 °C, 400 °C dan 500 °C.

Berdasarkan grafik pada Gambar 16 nilai reflektansi dari suatu lapisan tipis berbeda sesuai dengan variasi suhu kalsinasi dari lapisan tipis. Dari grafik diatas dapat kita analisis nilai reflektansi minimum untuk suhu 200 °C terdapat pada panjang gelombang 295 - 297 nm sebesar 0,47 %, suhu 300 °C terdapat pada panjang gelombang 296-297 nm sebesar 0,25 %, suhu 400 °C terdapat pada panjang gelombang 294 - 298 nm sebesar 0,09 % dan suhu 500 °C terdapat pada panjang gelombang 295-297 nm sebesar 0,49 %. Dari nilai tersebut menunjukkan nilai reflektansi menurun pada suhu 300 °C dan 400 °C kemudian kembali naik pada suhu 500 °C.

Band Gap

Besar band gap didapatkan dengan cara melakukan ekstrapolarasi dari grafik hubungan $(h\nu)$ sebagai absis dan $(ah\nu)^2$ sebagai ordinat sehingga memotong sumbu energi. Nilai band gap

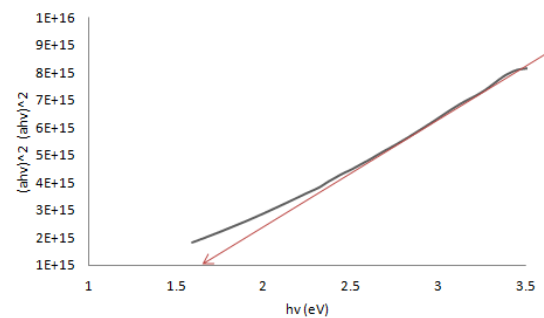
pada lapisan tipis Mn₃O₄ suhu kalsinasi 200 °C terlihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Grafik Energi Gap pada Lapisan Tipis Mn₃O₄ Suhu Kalsinasi 200 °C

Pada Gambar 17 memperlihatkan besarnya energi gap pada lapisan tipis Mn₃O₄ suhu kalsinasi 200 °C yaitu sebesar 1,53 eV.

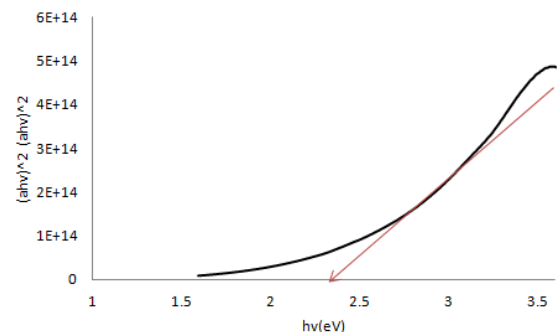
Nilai band gap pada lapisan tipis Mn₃O₄ suhu kalsinasi 300 °C terlihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Grafik Energi Gap pada Lapisan Tipis Mn₃O₄ Suhu Kalsinasi 300 °C

Pada Gambar 18 memperlihatkan besarnya energi gap pada lapisan tipis Mn₃O₄ suhu kalsinasi 300 °C yaitu sebesar 1,64 eV.

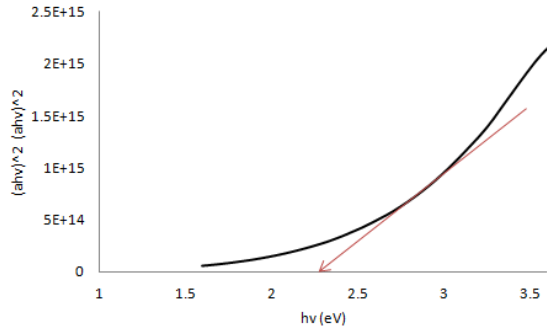
Nilai band gap pada lapisan tipis Mn₃O₄ suhu kalsinasi 400 °C terlihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Grafik Energi Gap pada Lapisan Tipis Mn₃O₄ Suhu Kalsinasi 400 °C

Pada Gambar 19 memperlihatkan besarnya energi gap pada lapisan tipis Mn_3O_4 suhu kalsinasi 400 °C yaitu sebesar 2,26 eV.

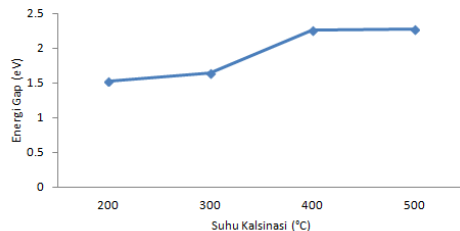
Nilai band gap pada lapisan tipis Mn_3O_4 suhu kalsinasi 500 °C terlihat pada Gambar 20.



Gambar 20. Grafik Energi Gap pada Lapisan Tipis Mn_3O_4 Suhu Kalsinasi 500 °C

Pada Gambar 20 memperlihatkan besarnya energi gap pada lapisan tipis Mn_3O_4 suhu kalsinasi 500 °C yaitu sebesar 2,28 eV.

Nilai energi gap dari lapisan tipis untuk bernagai variasi suhu kalsinasi dapat dilihat pada Gambar 21.



Gambar 21. Grafik Perubahan Energi Gap Lapisan Tipis Mn_3O_4 Terhadap Suhu Kalsinasi

Berdasarkan grafik pada Gambar 21 nilai energi gap berubah-ubah sesuai dengan suhu kalsinasi dari lapisan Mn_3O_4 . Dari grafik nilai energi gap untuk suhu 200 °C, 300 °C, 400 °C dan 500 °C berturut-turut yaitu 1,5 eV, 1,28 eV, 1,46 eV dan 1,43 eV. Nilai energi gap yang didapatkan menurun pada suhu 300 °C kemudian naik kembali pada suhu 400 °C dan 500 °C. Hasil yang didapatkan tidak cocok dengan teori yang menjelaskan bahwa nilai energi gap menurun dengan meningkatnya temperatur kalsinasi^[14].

Berdasarkan nilai transmitansi yang didapatkan dari karakterisasi sifat optik film tipis *hausmannite* pada suhu kalsinasi 200 °C, 300 °C, 400 °C dan 500 °C, nilai transmitansi minimum berada pada panjang gelombang 295 nm – 298 nm sebesar 0,09 %- 0,49 %. Dari data tersebut juga menunjukkan pada suhu 200 °C nilai transmitansi dari lapisan tipis bernilai paling besar, kemudian

menurun pada suhu 300 °C dan 400 °C, kemudian kembali naik pada suhu 500 °C.

Berdasarkan nilai absorbansi yang didapatkan dari karakterisasi sifat optik film tipis *hausmannite* pada suhu kalsinasi 200 °C, 300 °C, 400 °C dan 500 °C, nilai absorbansi maksimum berada pada panjang gelombang 295 – 296 nm sebesar 2,2766 % - 2,972 %. Dari data tersebut juga menunjukkan pada suhu 200°C nilai absorbansi dari lapisan tipis bernilai paling kecil, kemudian naik pada suhu 300 °C dan 400 °C, kemudian kembali turun pada suhu 500 °C.

Berdasarkan nilai reflektansi yang didapatkan dari karakterisasi sifat optik film tipis *hausmannite* pada suhu kalsinasi 200 °C, 300 °C, 400 °C dan 500 °C, nilai reflektansi minimum berada pada panjang gelombang 294 – 298 nm sebesar 0,09 % - 0,49 %. Dari data tersebut juga menunjukkan pada suhu 200 °C nilai reflektansi dari lapisan tipis bernilai paling besar, kemudian turun pada suhu 300 °C dan 400 °C, kemudian kembali naik pada suhu 500 °C.

Berdasarkan hubungan panjang gelombang dengan transmitansi, hubungan panjang gelombang dengan absorbansi dan hubungan panjang gelombang dengan reflektansi pada berbagai temperatur kalsinasi didapatkan kesesuaian dengan teori yang ada. Dimana Semakin besar temperatur kalsinasi absorbansinya semakin besar, sedangkan nilai transmitansinya cenderung menurun^[13]. Namun pada temperatur kalsinasi suhu 500 °C terdapat ketidaksesuaian dengan teori tersebut. Hal ini karena perubahan penyebaran cahaya yang diakibatkan oleh ukuran butir^[14].

Berdasarkan data transmitansi lapisan tipis didapatkan nilai dari energi gap, dimana semakin tinggi temperatur kalsinasi menyebabkan nilai energi gapnya semakin tinggi. Hasil penelitian energi gap ini tidak cocok dengan hasil penelitian yang menjelaskan bahwa semakin besar temperatur kalsinasi menyebabkan nilai energi gap film tipis semakin kecil^[14]. Perbedaan nilai energi gap yang didapatkan pada penelitian dengan hasil penelitian yang relevan di akibatkan karena adanya pengaruh dari perubahan sebaran cahaya pada film tipis Mn_3O_4 .

KESIMPULAN

Pengaruh Temperatur Kalsinasi Pada Penumbuhan Film Tipis dengan Metode *Spin Coating* Terhadap Sifat Optik *Hausmannite* dapat dilihat dari nilai transmitansi, absorbansi dan reflektansi. Nilai transmitansi dan reflektansi dari lapisan tipis *hausmannite* mengecil pada temperatur 200°C sampai 400 °C kemudian membesar pada temperatur 500 °C. Dan nilai absorbansi dari lapisan tipis *hausmannite* membesar pada temperatur 200 °C sampai 400 °C kemudian mengecil pada temperatur 500 °C. Berdasarkan nilai transmitansi didapatkan besar energi gap pada suhu kalsinasi 200 °C, 300 °C,

400 °C dan 500 °C adalah 1,53 eV, 1.64 eV, 2,26 eV dan 2,28 eV.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abhijit A. Yadav S.N. Jadhav D.M. Chougule P.D.Patil U.J. Chavan Y.D. Kolekar.(2006). Spray deposited Hausmannite Mn₃O₄ thin films using aqueous/organic solvent mixture for supercapacitor applications. *Electrochimica Acta*. Vol. 206, Hal 134-142.
- [2] Anshori, Chusni. (2010). *Potensi dan Genesis Mangan Dikawasan Tars Gombong Selatan Berdasarkan Penelitian Geologi lapangan, Analisis Data Induksi Polarisasi dan Kimia Mineral*. Buletin Sumber Daya Geologi Vol. 5, No. 2.
- [3] Dubal D.P, D.S. Dhawale , R.R. Salunkhe , S.M. Pawar , V.J. Fulari, C.D. Lokhande. (2009). A novel chemical synthesis of interlocked cubes of hausmannite Mn₃O₄ thin films for supercapacitor application. *Elsevier. Journal of Alloys and Compounds* 484 pp 218–221.
- [4] Farid Naamoune, Bouzid Messaoudi, Abdelkrim Kahoul, Nabila Cherchour, Alain Pailleret, Hisasi Takenouti. (2012). A new sol-gel synthesis of Mn₃O₄ oxide and its electrochemical behavior in alkaline medium. *Ionics*. Volume 18, hal. 365–370.
- [5] Guimin An, Ping Yu, Meijun Xiao, Zhimin Liu, Zhenjiang Miao, Kunlun Dingdan Lanqun Mao. Low-temperature synthesis of Mn₃O₄ nanoparticles loaded on multi-walled carbon nanotubes and their application in electrochemical capacitors. *Nanotechnology*. Volume 19 No. 27.
- [6] Hernandez Simelys, Carminna Ottone, Sara Varetti, Marco Fontana, Diego Pugliese, Guido Saracco, Barbara Bonelli and Marco Armandi. Spin-Coated vs. Electrodeposited Mn Oxide Films as Water Oxidation Catalysts. *MDPI*. Volume 9, No 4, hal 296.
- [7] Muhlis, Imam Fathonil, S.J. Iswarin, Rahmat Triandi, Masruroh. (2013). Studi Penumbuhan Lapisan Tipis PZT dengan Metode *Spin Coating*. Vol. 1, No. 1.
- [8] Ningsih, Sherly Kasuma Warda.(2013). Pengaruh Aditif Pada Sintesis Nanopartikel Mn₂O₃ Melalui Proses Sol-Gel. Volume 07, No. 01.
- [9] Prasetyo. F, Ratnawulan, Ramli dan Ahmad F. (2017). Pengaruh Waktu Milling terhadap Struktur Kristal Nanopartikel *hausmannite* (Mn₃O₄) dalam Mineral Mangan dari Nagari Kiawai Kabupaten Pasaman Barat.
- [10] Putri P. J, Ratnawulan dan Gusnedi.(2015). Analisis Struktur Bijih Mangan Hasil Proses Sinter yang Terdapat di Nagari Kiawai Kecamatan Gunung Tuleh Kabupaten Pasaman Barat. *Pillar of Physics*. Vol. 5 April 2015, 105-112.
- [11] Q. Feng, H. Kanoh, and K. Ooi , J. Mater.Chem. (1999), ‘‘Manganese Oxide Porous Crystals’’, pp. 319-333. Jepang: Universitas Kochi.
- [12] Rahman, Tari Rafika dan Asnawi. (2017). Pengaruh Temperatur Annealing terhadap Sifat Optik Lapisan Tipis TIN DIOXIDE (SnO₂). *IFI*. Volume 03 halaman 118-122.
- [13] Simamora, Pintor dan Sinta Marito. (2014). Preparasi dan Karakterisasi Sifat Optik Nanopartikel Cu₂O dengan Metode Kopresipitasi. *Jurnal Einstein*. Vol, 2 NO. 1.
- [14] S.S Falahatgar and F.E Ghetsi. (2016). Annealing Temperature Effect on The Optical Properties of MnO₂; Cu Nanostructure Thin Film. *Int. J. Nanotechnol*. Vol 12 NO 1 pp 7-18.
- [15] Ullah Atique A.K.M., Fazle Kibria, M. Akter, M.N.I. Khan, M.A. Maksud, Rumana A. Jahan, Shakhawat H. Firoz. (2017). Synthesis of Mn₃O₄ nanoparticles via a facile gel formation route and study of their phase and structural transformation with distinct surface morphology upon heat treatment. *Journal of Saudi Chemical Society* 21, 830–836.
- [16] Vipin C. Bose, V. Biju. (2015). Optical, Electrical and Magnetic Properties of nanostructured Synthesized through a facile Chemical Route. *Elsevier. Physica E* No. 66 hal.24-32.
- [17] Widyanoro dan Diah Susanti. (2013). Pengaruh Variasi Temperatur kalsinasi Terhadap Sifat Kapasitif Kapasitor Elektrokimia Tungsten Trioksida (W₂O₃) Hasil Sintesa Sol-Gel. *Jurnal Teknik Pomits*. Vol. 2, No. 1 ISSN: 2337-3539.