

PENGARUH KONSENTRASI PREKURSOR TERHADAP SIFAT OPTOELEKTRONIK Mn_3O_4

Amiruddin Zainuddin^{*)}, Subaer, Abdul Haris

Pusat Penelitian Geopolimer - Lab. Fisika Material

Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Makassar, Jl. Daeng Tata Raya, Makassar, 90224

^{*)} e-mail : amiruddinery@gmail.com

Abstract: *Effect of Concentration Precursor toward Optoelectronic Properties of Mn_3O_4 .* This research examines the effect of concentration precursor toward the optoelectronic properties of Mn_3O_4 (Hausmannite). The purpose of this study was to determine the effect of precursor concentration on the optoelectronic properties of Mn_3O_4 . Mn_3O_4 were synthesized by dissolving manganese nitrate in water with concentrations varied from 0.2 M, 0.5 M, and 1 M. The sample was then dried at a temperature of 160°C for 4 hours. XRD results showed concentrations of 0.2 M generating three phases Mn_3O_4 (Manganese Oxide), MnO_2 (Ramsdellite), and Mn_2O_3 (Bixbyite) while a concentration of 0.5 M phases are formed there are two Mn_3O_4 (Hausmannite) and MnO_2 (Pyrolusite) and for precursors with a concentration of 1 M produces three phases which Mn_3O_4 (Hausmannite), Mn_2O_3 (Pyrolusite) and C_8 (Octacarbon). UV-Vis spectrophotometer test showed the value of the absorption and transmittance values, which is quite high in areas with short wavelength (Ultraviolet). The results obtained for the energy gap of three samples of 2.7 eV, 3.80 eV, and 3.88 eV. From the results obtained showed that they can be made for optoelectronic applications, were specially in light emitting devices.

Abstrak: *Pengaruh Konsentrasi Prekursor terhadap Sifat Optoelektronik Mn_3O_4 .* Penelitian ini mengkaji pengaruh konsentrasi prekursor terhadap sifat optoelektronik dari Mn_3O_4 (Hausmannite). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari konsentrasi prekursor terhadap sifat optoelektronik Mn_3O_4 . Mn_3O_4 disintesis dengan melarutkan Mangan nitrat ke dalam air dengan konsentrasi yang divariasikan yaitu dari 0,2 M, 0,5 M, dan 1 M. Sampel kemudian dikeringkan pada suhu 160°C selama 4 jam. Hasil XRD menunjukkan untuk konsentrasi 0,2 M menghasilkan tiga fase yaitu Mn_3O_4 (Manganese Oxide), MnO_2 (Ramsdellite), dan Mn_2O_3 (Bixbyite) sementara untuk konsentrasi 0,5 M fase yang terbentuk ada dua yaitu Mn_3O_4 (Hausmannite) dan MnO_2 (Pyrolusite) dan untuk prekursor dengan konsentrasi 1 M menghasilkan tiga fase yaitu fase Mn_3O_4 (Hausmannite), Mn_2O_3 (Pyrolusite) dan C_8 (Octacarbon). Uji UV-Vis spektrofotometer menunjukkan nilai absorpsi dan nilai transmitansi, yang cukup tinggi pada daerah dengan panjang gelombang pendek (Ultraviolet). Nilai celah energi yang diperoleh untuk tiga sampel yaitu 2,7 eV, 3,80 eV, dan 3,88 eV. Dari hasil yang diperoleh maka dapat dibuat untuk aplikasi optoelektronik terutama pada perangkat light emitting.

Kata Kunci: Mn_3O_4 , optoelektronik, absorpsi, transmitansi, UV-Vis spektrofotometer, XRD

Oksida mangan membentuk beberapa fase seperti MnO , MnO_2 , Mn_2O_3 dan Mn_3O_4 . Berbagai upaya telah dimasukkan pada sintesis bahan ini. Salah satu yang paling penting adalah oksida Mn_3O_4 (hausmanite) dengan struktur spinel.

Mangan tetraoxide adalah oksida yang paling stabil dari mangan dan di bidang penelitian saat ini memiliki aplikasi luas dalam baterai isi ulang, katalis, sensor, kapasitor elektrokimia dan perangkat magneto-elektronik.

Optoelektronik ialah satu cabang ilmu yang mengkaji peralatan dan kelengkapan elektronik

yang memanipulasi perubahan tenaga elektrik ke tenaga cahaya dan sebaliknya dari tenaga cahaya ke tenaga elektrik. Operasi yang efisien dari perangkat tersebut sangat tergantung pada struktur pita elektronik.

Absorpsi cahaya oleh suatu molekul merupakan suatu bentuk interaksi antara gelombang cahaya (foton) dengan atom/molekul. Energi yang diserap oleh atom/molekul akan digunakan elektron di dalam atom untuk bereksitasi/berpindah ketinggian energi elektronik yang lebih tinggi. Absorpsi hanya terjadi jika selisih kedua tingkat energi elektronik tersebut

($\Delta E = E_2 - E_1$) bersesuaian dengan energi cahaya yang datang, yakni:

$$\Delta E = E_{foton} \quad (1)$$

Absorbansi terjadi pada saat foton bertumbukan langsung dengan atom-atom pada suatu material. Absorbansi (A) suatu larutan dinyatakan sebagai persamaan:

$$A = -\log_{10}(T) \text{ atau } A = -\log_{10}\left(\frac{I_1}{I_0}\right) \quad (2)$$

dengan A adalah absorbansi, T adalah transmitansi, I_0 adalah berkas cahaya datang (W.m^{-2}), dan I_1 adalah berkas cahaya keluar dari suatu medium (W.m^{-2}) [4].

METODE

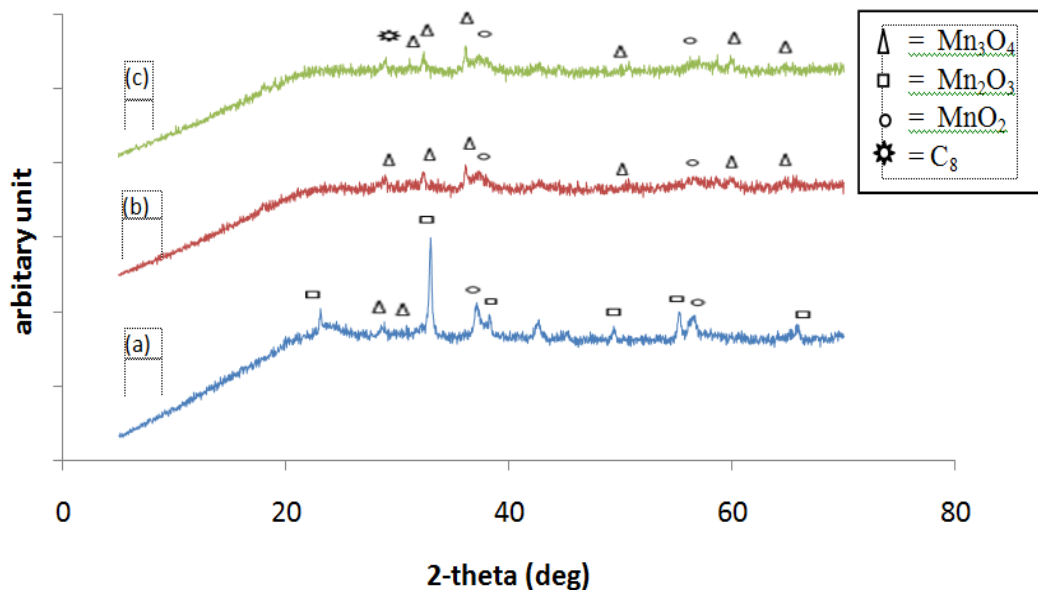
Penelitian ini diarahkan pada pengembangan oksida mangan terutama Mn_3O_4 yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari konsentrasi prekursor terhadap sifat optoelektronik Mn_3O_4 . Mn_3O_4 disintesis dengan melarutkan Mangan nitrat ke dalam air dengan konsentrasi yang divariasikan yaitu dari 0,2 M,

0,5 M, dan 1 M, kemudian dicampur dengan larutan Amonia 1ml yang dilarutkan dalam 4 ml air. Sampel kemudian dipanaskan pada suhu 160oC selama 4 jam. Selanjutnya sampel dikarakterisasi dengan menggunakan XRD untuk mengetahui struktur yang terbentuk dari sampel. Untuk sifat optoelektroniknya khususnya untuk mengetahui nilai celah energy, sampel dikarakterisasi dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

HASIL DAN DISKUSI

A. X-Ray Diffraction (XRD) Oksida Mangan Mn_3O_4

Untuk melakukan analisis fase dan struktur kristal oksida mangan dari Mn maka digunakan karakterisasi XRD merek Rigaku MiniFlexII. Pengukuran XRD dilakukan dengan metode serbuk, dalam hal ini sampel digerus hingga berbentuk partikel dengan ukuran tertentu. Adapun hasil karakterisasi analisis XRD yang diperoleh yaitu ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 1. Hasil analisis XRD, (a) Sampel 0,2 M, (b) Sampel 0,5 M, (c) Sampel 1 M.

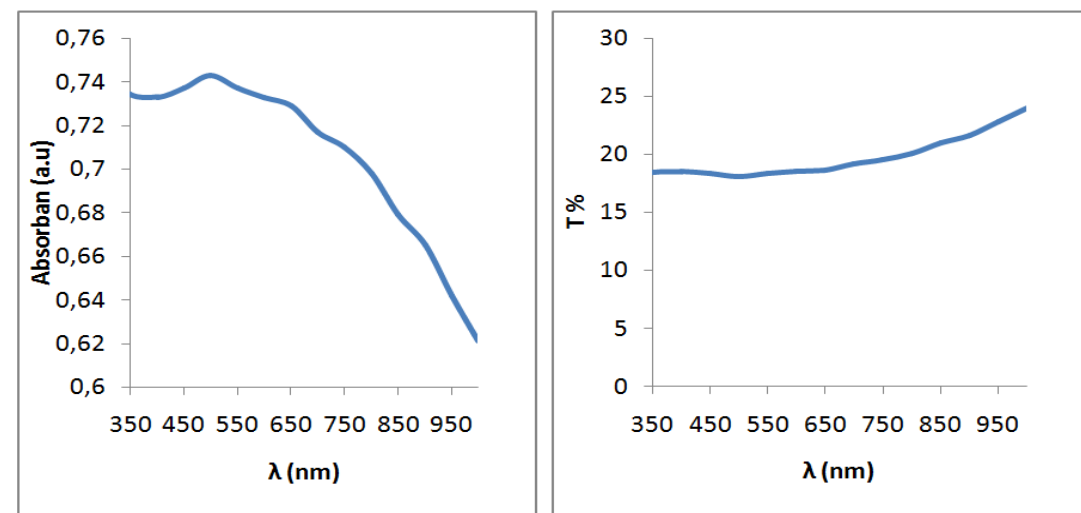
Gambar 1. menunjukan hasil karakterisasi dari ketiga sampel (a), (b), dan (c) dengan menggunakan XRD. Pembentukan Mn_3O_4 semakin tinggi seiring dengan peningkatan nilai konsentrasi dari prekursor yang ditunjukkan dengan bidang hkl (211), dan (110) yang merupakan bidang dari Mn_3O_4 . Adapun jumlah fase Mn_3O_4 yang terbentuk untuk setiap konsentrasi adalah sebesar 25 % (0,2 M), 76 % (0,5 M), 85 % (1 M). Dari gambar juga menunjukan bahwa Mn_3O_4 salah satu senyawa

yang memiliki banyak bentuk (*Polymorf*) yaitu diantaranya *Hausmannite*, dan *Manganese oxide*.

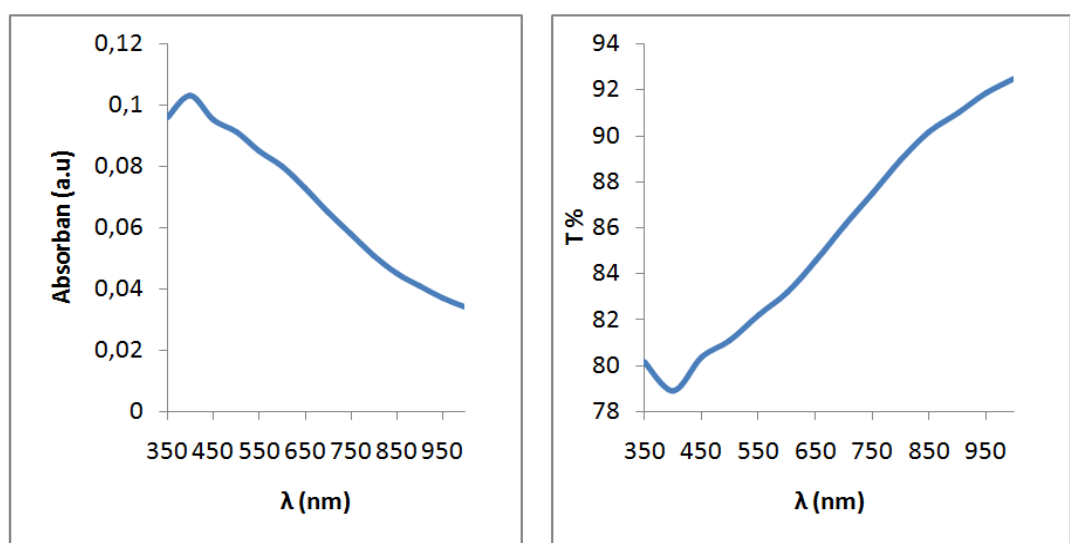
Kemunculan fase *octacarbon* pada sampel menunjukan bahwa sampel telah terkontaminasi oleh material lain pada saat proses pemanasan.

B. Analisis UV-Vis Spektrofotometer Untuk Mn_3O_4

Analisis sifat optik dari Mn_3O_4 yang dikarakterisasi dengan menggunakan UV-Vis Spektrofotometer.



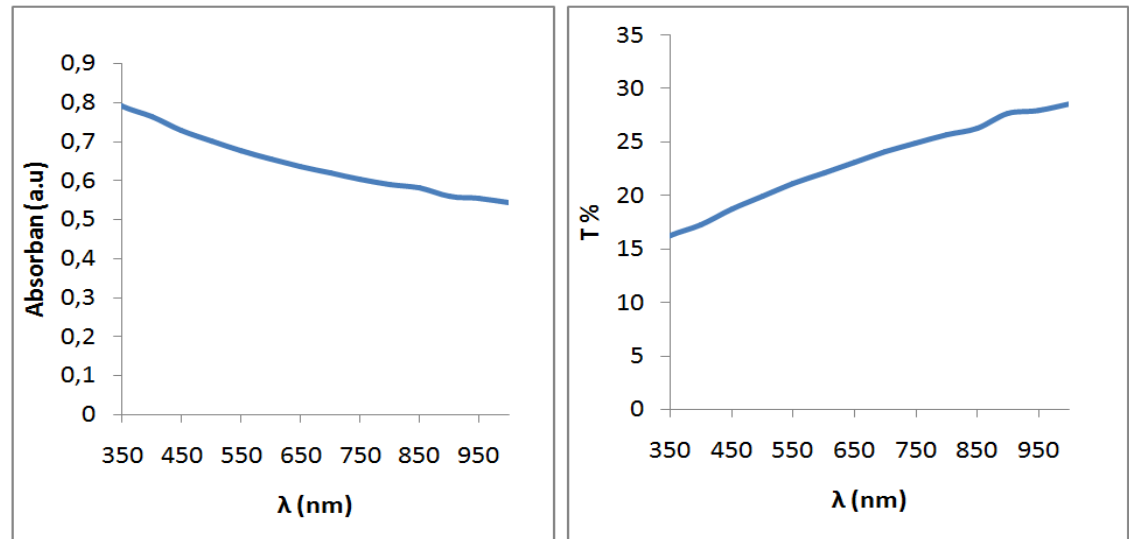
Gambar 2. Hasil analisis UV-Vis untuk sampel 0,2 M (a) Nilai Absorpsi, (b) Nilai Transmittansi



Gambar 3. Hasil analisis UV-Vis untuk sampel 0,5 M (a) Nilai Absorpsi, (b) Nilai Transmittansi

Gambar 3. menunjukkan adanya perubahan nilai transmitansi dan absorpsi. Pada panjang gelombang 500 nm terjadi penyerapan yang tinggi dengan nilai transmitansi 18.07 %. Selanjutnya pada panjang gelombang 800 nm

yang merupakan panjang gelombang *Visible*, nilai transmitansinya meningkat sebesar 20.04 %. Perubahan nilai transmitansi ini menunjukkan adanya penurunan absorpsi yang pada panjang gelombang tersebut.



Gambar 4. Hasil analisis UV-Vis untuk sampel 1 M (a) Nilai Absorpsi, (b) Nilai Transmitansi

Gambar 4 menunjukkan nilai transmitansi dan absorbansi. Nampak penyerapan yang tinggi terjadi pada panjang gelombang 350 nm yang merupakan panjang gelombang *Ultraviolet* (UV). Sedangkan untuk nilai transmitansinya ditunjukkan pada panjang gelombang 800 nm yang merupakan panjang gelombang *Visible* sebesar 25,70 %.

C. Menentukan Celah Pita Energi Menggunakan Metode *Tauc Plot*

Metode Tauc plot yaitu metode penentuan celah pita energi dengan cara melakukan ekstrapolasi dari grafik hubungan $(h\nu)$ sebagai absis dan $(\alpha h\nu)^n$ sebagai ordinat hingga memotong sumbu energi sehingga diperoleh nilai celah pita optik.

Pengukuran celah pita energi (energy gap) suatu bahan semikonduktor perlu diketahui, karena sifat celah pita energi berimplikasi pada perbedaan sifat kebergantungan koefisien absorpsi terhadap frekuensi foton, khususnya

foton dengan energi sedikit lebih besar daripada lebar celah pita energi. Hubungan koefisien absorpsi terhadap frekuensi foton memenuhi persamaan:

$$(\alpha h\nu)^2 = A^2 (h\nu - E_g) \quad (3)$$

Dengan $h\nu$ adalah energi foton dan α adalah besaran yang diperoleh dari hasil pengukuran transmitansi.

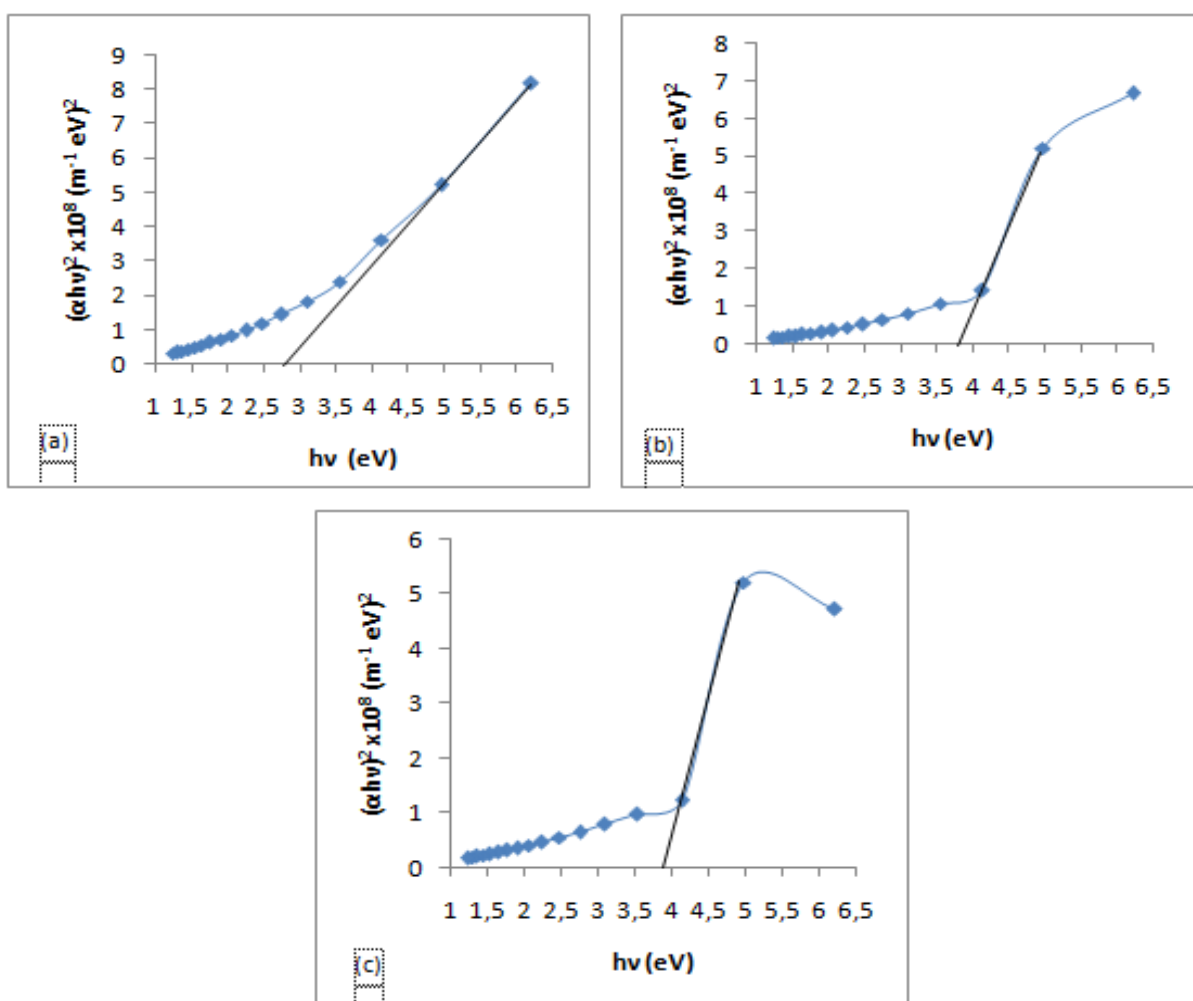
Perpotongan grafik dengan sumbu datar menunjukkan lebar celah pita energi (Energi gap) bahan. Dimana besar energi gap yang diperoleh secara berturut-turut adalah sebesar 2,7 eV, 3,80 eV, dan 3,88 eV untuk sampel dengan konsentrasi prekursor 0,2 M, 0,5 M, dan 1 M. Kemiringan garis lurus *fitting* pada gambar adalah A^2 .

Peningkatan nilai transmitansi erat kaitannya dengan kualitas kristal, semakin tinggi nilai taransmitansi maka kualitas kristalnya juga semakin baik. Transmitansi merupakan kebalikan

dari absorbansi suatu bahan. Absorbansi dari energi cahaya dapat menyebabkan elektron tereksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi apabila energi yang diabsorpsi tersebut lebih besar dari tingkat energi elektron tersebut.

Dari hasil pengukuran pada ketiga sampel nampak pengaruh konsentrasi terhadap kualitas kristal baik itu ukuran ataupun struktur kristal.

Ukuran butir kristal menjadi lebih besar dan lebih rapat terutama pada sampel dengan konsentrasi 0,2 M, inilah yang menyebabkan energi gap sampel 0,2 M lebih kecil dibanding dengan kedua sampel yang lain akibat nilai dari transmitansi yang tinggi sehingga penyerapan energi cahaya oleh sampel menjadi rendah.



Gambar 4.5. Kurva $(\alpha h\nu)^2$ sebagai fungsi energi Mn_3O_4 yang konsentrasi prekursoranya divariasikan, (a) 0,2 M, (b) 0,5 M, (c) 1 M

Berbeda dengan sampel 0,2 M, sampel dengan konsentrasi 0,5 M, dan 1 M kualitas kristal yang dimiliki kedua sampel tersebut tidak begitu baik sehingga ukuran butir lebih kecil dan kerapatannya lebih rendah. Ini mengakibatkan sampel menyerap lebih banyak energi cahaya dan nilai transmitansinya semakin kecil. Oleh karena itu energi gap yang dihasilkan semakin besar

terutama pada sampel dengan konsentrasi 1 M sebesar 3,88 eV.

Energi gap yang lebih tinggi dapat menjadi dasar penggunaan bahan dalam aplikasi perangkat optoelektronik, khususnya perangkat *light emitting* pada daerah panjang gelombang pendek.

SIMPULAN

1. Dari hasil XRD jumlah Mn_3O_4 yang dihasilkan semakin banyak yaitu dimulai dari konsentrasi 0,2 M, 0,5 M, 1 M adalah 25%, 76%, dan 81%.
2. Nilai tranmitansi mengalami penurunan yang cukup besar akibat adanya absorpsi yang terjadi pada panjang gelombang tertentu dan memiliki energi gap yaitu 2,7 eV, 2,80 eV, dan 2,88 eV.
3. Perubahan konsentrasi mempengaruhi sifat optoelektronik dari Mn_3O_4 . Dari hasil energi gap yang diperoleh dari bahan Mn_3O_4 dapat digunakan dalam aplikasi perangkat optoelektronik terutama perangkat light emitting untuk daerah dengan panjang gelombang pendek.

DAFTAR PUSTAKA

- Hosny, Nasser Mohammed, Dahlan, A., (2012), Facile synthesis and optical band gap calculation of Mn_3O_4 nanoparticles, Materials Chemistry and Physics, Vol:137 hal:637-643.
- A. Jha, R. Thapa, K.K. Chattopadhyay, (2012), Structural transformation from Mn_3O_4 nanorods to nanoparticles and band gap tuning via Zn doping, Materials Research Bulletin, Vol:47 hal:813-819.
- Adams, A.R., Silver, M., Allam, J., (1998), Chapter 5 Semiconductor Optoelektronik Device, Semiconductors and Semimetals, Vol:55 hal: 301–352.
- Hendayana, S. 1994. Analitik Instrumen Kimia. IKIP Semarang Press. Semarang