



ANALISA SINTESIS DAN KARAKTERISASI SIFAT KOMPOSIT ZnO-TiO₂ MENGUNAKAN METODE SOL-GEL SEBAGAI MATERIAL SOLAR CELL

Desy Mutiara dan Abdul Rais

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan,
Indonesia

desyms209@gmail.com

Diterima: Agustus 2023. Disetujui: September 2023. Dipublikasikan: Oktober 2023.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi suhu kalsinasi terhadap sampel dilihat dari karakterisasi yang dilakukan. Dalam penelitian ini proses pembuatan ZnOTiO₂ menjadi nanopartikel menggunakan metode sol gel, ZnO dicampurkan dengan TiO₂ dengan menambahkan etanol menggunakan magnetic stirrer, dengan kecepatan 200rpm dengan suhu hingga 100°C dalam rentang waktu 2 jam kemudian campuran didiamkan selama 24 jam, kemudian sampel digerus kembali lalu di kalsinasi selama 2 jam pada suhu 300°C dan 800°C, 550°C. Hasil pembuatan semikonduktor ZnO-TiO₂ dikarakterisasi menggunakan XRD untuk mengetahui ukuran kristal dan SEM untuk mengetahui morfologi permukaan partikel. Dari hasil penelitian ini diperoleh hasil analisis XRD dimana ukuran diameter kristal terkecil pada ZnO-TiO₂ dengan suhu 800°C sebesar 37,44 nm. Sedangkan hasil SEM menunjukkan bahwa morfologi nanopartikel ZnO-TiO₂ terdapat gumpalan yang tidak teratur karena kurangnya perbesaran. Hasil karakterisasi dengan UV-VIS dengan rentang panjang gelombang 190 nm-1100 nm dengan absorbansi 0.0025 dan *band gap* diperoleh dengan menggunakan metode *Tauc plot* menunjukkan nilai tidak dapat ditentukan karena pada grafik tidak dapat ditentukan garis potong antara sumbu *band gap* dengan sumbu αhv^2 .

Kata Kunci: ZnOTiO₂, Kalsinasi, XRD, SEM

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of calcination temperature variations on the sample seen from the characterisation performed. In this study the process of making ZnOTiO₂ into nanoparticles using the sol gel method, ZnO is mixed with TiO₂ by adding ethanol using a magnetic stirrer, at a speed of 200rpm with a temperature of up to 100°C in a span of 2 hours then the mixture is allowed to stand for 24 hours, then the sample is crushed again and then calcined for 2 hours at temperatures of 300°C and 800°C, 550°C. The results of making ZnO-TiO₂ semiconductors were characterised using XRD to determine the crystal size and SEM to determine the surface morphology of the particles. From the results of this study obtained the results of XRD analysis where the size of the smallest crystal diameter in ZnO-TiO₂ with a temperature of 800°C of 37.44 nm. While the SEM results show that the morphology of ZnO-TiO₂ nanoparticles there are irregular clumps due to lack of magnification. The results of characterisation with UV-VIS with a wavelength range of 190 nm-1100 nm with an absorbance of 0.0025 and the band gap obtained using the Tauc plot method shows the value

cannot be determined because the graph cannot be determined the cut line between the band gap axis and the αhv^2 axis.

Keywords: ZnOTiO₂, Calcination, XRD, SEM

PENDAHULUAN

Energi merupakan salah satu hal terpenting dan paling dibutuhkan saat ini khususnya energi listrik. Dewasa ini, energi listrik menjadi salah satu kebutuhan terpenting dalam kehidupan manusia karena hampir semua pekerjaan dilakukan dengan menggunakan listrik baik itu kebutuhan primer maupun sekunder bahkan tersier. Saat listrik padam, orang-orang kesulitan melakukan pekerjaannya. Oleh karena itu perencanaan mengenai energi listrik yang baik wajib dikembangkan untuk menjamin keberhasilan pembangunan nasional yang menghasilkan kesejahteraan masyarakat.

Semikonduktor ZnO dan TiO₂ biasanya digunakan di banyak sektor karena sifat fungsionalnya. ZnO adalah semikonduktor celah pita lebar langsung dengan energi ikat eksiton besar 60 meV umum digunakan sebagai: perangkat optik, sensor, sel surya, piezoelektrik film tipis, bakterisida dan bahan fotokatalitik, dll. Dengan cara yang sama, TiO₂ banyak digunakan sebagai fotokatalis semikonduktor karena stabilitas jangka panjang, non-toksitas dan aktivitas fotokatalitik yang baik. Fungsi fotokatalitik dan kemampuannya menyerap radiasi UV menyebabkannya digunakan sebagai filter surya dalam tabir surya (E.B. Manaiia, 2013). Mereka sering digunakan dalam tabir surya sebagai penghalang matahari fisik anorganik untuk radiasi UV.

Kelemahan lain dari ZnO dan TiO₂ nanopartikel adalah bahwa mereka menginduksi pembentukan radikal bebas di bawah paparan cahaya. Generasi radikal bebas ini dapat menyebabkan kerusakan sel (fotogenotoksitas). Kabarnya (C. Shen dkk., 2014) bahwa spesies oksigen reaktif yang diinduksi UV telah terlibat dalam fotokarsinogenesis dan penuaan kulit. Spesies ini dulunya adalah gugus hidroksil dan

superoksida setelah reaksi fotokatalitik. Untuk menghindari terbentuknya radikal bebas, ada kecenderungan mengenai pelapisan TiO₂ yang berukuran nano dan ZnO oleh bahan yang berbeda sebagai silika koloid.

Sel surya bekerja menggunakan energi matahari dengan mengkonversi secara langsung radiasi matahari menjadi listrik. Sel surya yang banyak digunakan sekarang ini adalah sel surya generasi pertama, yang berbasis silikon hasil perkembangan pesat teknologi semikonduktor elektronik. Sel surya lebih didominasi oleh bahan silikon sehingga biaya konsumsinya lebih mahal daripada sumber energi fosil. Selain itu kekurangan dari sel surya silikon adalah penggunaan bahan kimia berbahaya pada proses fabrikasinya. Pada penelitian selanjutnya muncul sel surya generasi kedua yang berbasis lapisan tipis berbahan silikon.

Semakin berkembangnya nanoteknologi, dominasi tersebut bertahap mulai tergantikan dengan hadirnya sel surya generasi ketiga, yaitu sel surya yang terbuat dari bahan alami *dye-sensitized solar cell* (DSSC). DSSC merupakan salah satu kandidat potensial sel surya sebagai sumber energi listrik, hal ini dikarenakan tidak memerlukan material dengan kemurnian tinggi sehingga biaya produksinya relatif rendah. Berbeda dengan sel surya konvensional yang semua proses melibatkan material silikon, pada DSSC absorpsi cahaya dan separasi muatan oleh inorganik semikonduktor nanokristal yang memiliki band gap lebar.

Material semikonduktor yang sering digunakan adalah metal oksida (keramik) seperti TiO₂, SnO₂, dan ZnO. TiO₂ sering digunakan sebagai bahan DSSC karena memiliki band gap cukup lebar sekitar 3,2-3,8 eV, sifat optis yang baik, inert, serta tidak berbahaya. Selain TiO₂, salah satu oksida logam yang banyak diteliti dan diaplikasikan

adalah ZnO. Dalam beberapa tahun terakhir ini, penelitian ZnO sering menjadi perhatian dalam bidang elektronik, *optic*, dan *photonics*. ZnO adalah semikonduktor yang memiliki *band gap* 3,37 eV pada temperatur kamar, sehingga berpotensi dalam berbagai aplikasi, misalnya DSSC dan sensor (Haliq dan Susanti, 2014). ZnO murni tidak berwarna dan transparan, serta keuntungan memiliki *band gap* besar seperti mampu bertahan pada tegangan yang tinggi, kemampuan dalam mempertahankan medan listrik yang besar, dan kemampuan temperatur operasi yang tinggi. Sebagian besar ZnO memiliki karakterisasi *n-type* semikonduktor, bahkan tanpa adanya *dopant*. Hal ini dikarenakan adanya cacat kristal alami ZnO seperti *oxygen excess*, dan atom intersisi dari Zinc.

Dalam penelitian (Motlan dkk., 2019), hasil karakterisasi struktural pada film tipis ZnO dengan variasi kecepatan putaran spin coating berturut-turut 3000, 4000 dan 5000 rpm, masing-masing selama 30 detik dan kalibrasi dengan 300°C pra- pemanasan dan suhu 500°C pasca- pemanasan. menunjukkan film tipis ZnO adalah heksagonal dan ukuran kristal terkecil adalah 24,9 nm pada kecepatan putaran 5.000 rpm. Karakterisasi optik menunjukkan bahwa transmisi tertinggi adalah 52,6% pada kecepatan putaran 3000 rpm dan penyerapan tertinggi adalah 1,277 pada kecepatan putaran 5.000 rpm, dan celah pita terkecil 3,13 eV pada kecepatan putaran 5000 rpm.

Pada penelitian (Ayuningtyas, W, 2016), semikonduktor ZnO-TiO₂ dari Zn(CH₃COO)₂.2H₂O, NaOH dan TiO₂ dengan perbandingan mol ZnO:TiO₂ 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5 telah berhasil disintesis sebagai kombinasi semikonduktor dalam DSSC. Semikonduktor ZnO-TiO₂ telah dikarakterisasi menggunakan FTIR dan XRD. Hasil karakterisasi dengan FTIR menunjukkan adanya vibrasi Zn-O muncul pada bilangan gelombang 416,62 cm⁻¹ dan vibrasi Ti-O pada 671,23 cm⁻¹. Hasil karakterisasi dengan XRD menghasilkan senyawa ZnO fase wurtzite dan TiO₂ fase anatase. Kinerja ZnO-TiO₂ sebagai semikonduktor dalam DSSC menunjukkan arus maksimum sebesar 3,5 (mA/cm⁻²) dengan

voltase maksimum sebesar 0,24 V dan nilai efisiensi yang dihasilkan sebesar 0,36 %.

Berdasarkan hal-hal yang telah dipaparkan di atas, saya tertarik untuk melakukan penelitian komposit ZnO-TiO₂ dengan metode sol gel sebagai material solar cell karena menurut hasil penelitian-penelitian sebelumnya TiO₂ memiliki kemampuan menyerap cahaya ultraviolet yang tinggi dan sangat baik diaplikasikan pada sel surya. Penggabungan antara TiO₂ dan ZnO sebagai suatu komposit, untuk meningkatkan aktivitas katalis. Dan yang membedakan penelitian saya dengan penelitian-penelitian sebelumnya adalah variasi suhu pada saat kalsinasi.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dan pengujian nanopartikel ini dilakukan di Laboratorium Fisika dan Kimia Unuversitas Negeri Medan. Uji yang dilakukan adalah uji SEM, XRD dan UV-Vis. Penelitian akan dilakukan mulai April sampai Mei 2021.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah *Magnetic Stirrer*, gelas ukur, SEM_EDS, XRD, UV-Vis, cawan porselen, oven.

Bahan penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah serbuk ZnO, serbuk TiO₂(Merck) dan etanol.

Analisis Data

Analisa data yang akan di dapatkan dan diteliti adalah dengan menganalisis berbagai pengukuran seperti: pengujian XRD (*X-Ray Diffraction*), SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dan berbagai karakterisasi yang di hasilkan dari berbagai sifat material bahan semikonduktor ataupun larutan subsratnya. Sampel dalam penelitian ini menggunakan pendoping ZnO dengan TiO₂. Untuk mengetahui sifat struktur dan optik dari masing-masing sampel dilakukan pengkarakterisasian menggunakan XRD dan

SEM. Dimana hasil pengamatan sampel dari setiap alat yang digunakan disajikan dalam tabel dan grafik. Perangkat yang digunakan dalam mengolah dan menganalisis data untuk penarikan kesimpulan adalah Microsoft Excel, Match! Dan Software Origin 2021.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Preparasi ZnO-TiO₂

Proses pembentukan *gel* berlangsung kurang lebih 2 jam dengan kecepatan putaran 200rpm dan suhu 100°C. Ketika larutan distirrer, tidak terjadi perubahan warna, perubahan yang terjadi hanyalah semakin lama, larutan ZnO-TiO₂ semakin mengental hingga menjadi gel. Setelah larutan menjadi gel, larutan kemudian didinginkan di suhu ruangan hingga mengering. Gel ZnO-TiO₂ yang telah mengering, menjadi keras. Masing-masing gel ZnO-TiO₂ yang sudah mengering dikalsinasi pada suhu 300°C, 550°C, 800°C dengan waktu tahan 2 jam.

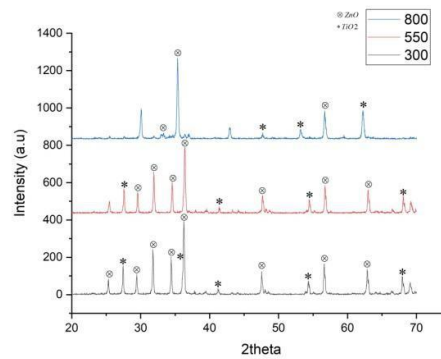
Struktur dan Ukuran Kristal ZnO- TiO₂

Prinsip dari XRD merupakan mendifraksi cahaya melalui celah kristal dan dapat terjadi bila difraksi tersebut berasal dari radius yang memiliki panjang gelombang yang seimbang dengan jarak tiap atom (D. Wulansari, L. D. Stijadi, 2016).

Hasil uji XRD pada ZnO-TiO₂ ditunjukkan pada Gambar 1 dimana dari ketiga sampel, pola XRD menunjukkan bentuk yang mirip yaitu tidak ditemukannya puncak yang mencolok sepanjang daerah pengamatan sudut difraksi, namun ada sedikit perbedaan dari ketiga sampel yaitu pada sampel 800° terdapat bukit di sekitar sudut 20° dan tidak terlihatnya bukit pada daerah sekitar sudut 25°-30°.

Dari pola XRD dan karakteristik yang sesuai nilai puncak difraksi, dapat dipastikan bahwa partikel TiO₂ dalam sampel diidentifikasi sebagai fase anatase 100% menurut kartu standar. Pada sampel dengan suhu kalsinasi 300°, puncak tertinggi terdapat pada sudut 31.7°, 34.4° dan 36.2°. dengan suhu 550°, 31.8°, 36.3°, dan 56.7° sedangkan dengan suhu 800°, 35.3°, 62.1°, dan 56.6°.

Dapat dipastikan bahwa sampel komposit ZnO-TiO₂ merupakan kombinasi dari TiO₂ dengan fase anatase dan partikel ZnO zincite sesuai dengan data keluaran hasil XRD. Hasil yang serupa juga dapat dilihat di penelitian Y. Jiang, Y. Sun, H. Liu, F. Zhu, dan H. Yin dalam *Controlled Synthesis of ZnO And TiO₂ Nanotubes by Chemical Method and Their Application in Dye- Sensitized Solar Cells*.



Gambar 1. Pola difraksi XRD

Berdasarkan pola difraksi pada Gambar 1 dihasilkan pola kristal dari variasi suhu pada setiap sampel ZnO-TiO₂ yang terdapat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Pola kristal dari variasi suhu ZnO-TiO₂

Suhu (°C)	Indeks Miller (hkl)		
	100	002	101
300°	31.7660	34.4194	36.2449
550°	31.8953	34.5527	36.3716
800°	30.0338	35.3399	42.9020

Pola XRD untuk sampel ZnO-TiO₂ menunjukkan bahwa bahan ini mengandung struktur kristal anatase (JCPDS No.21-1272). Puncak difraksi diamati pada nilai 2θ 25,28, 37,8, 48,05, 53,81, 55,11, 62,69, 68,76, 500°C (ZnO-TiO₂ 500) memiliki struktur kristal anatase (JCPDS No. 14-0033).

Besarnya ukuran kristal oleh grafik XRD yang telah diperoleh yaitu dengan cara melihat atau menentukan puncak (*peak*) tertinggi dari setiap sampel dengan variasi suhu. Grafik pada tiap sampel menampilkan kemiripan namun pastinya memiliki nilai puncak yang berbeda. Perbedaan tersebut mempengaruhi ukuran kristal pada masing-masing sampel. Berikut tabel hasil

perhitungan ukuran kristal dengan menggunakan persamaan Debye Scherrer.

Besarnya ukuran kristal oleh grafik XRD yang telah diperoleh yaitu dengan cara melihat atau menentukan puncak (*peak*) tertinggi dari setiap sampel dengan variasi suhu. Grafik pada tiap sampel menampilkan kemiripan namun pastinya memiliki nilai puncak yang berbeda. Perbedaan tersebut mempengaruhi ukuran kristal pada masing-masing sampel. Berikut tabel hasil perhitungan ukuran kristal dengan menggunakan persamaan Debye Scherrer.

Menghitung ukuran Kristal dengan Persamaan Debye Scherrer:

$$D = \frac{0.9\lambda}{\beta \cos \theta} \quad (1)$$

Dengan D ukuran kristal, λ panjang gelombang, β Full Width Half Maximum, dan θ sudut difraksi.

Tabel 1. Ukuran Kristal ZnO-TiO₂

Variasi Suhu	Fase	Peak		Ukuran Kristal
		2θ (degree)	FWHM (degree)	
300	ZnO	36.2499	0.18330	45.74
500	ZnO	36.3716	0.19570	42.77
800	ZnO	35.3399	0.22300	37.44

Berdasarkan Tabel 1 terlihat ukuran kristal setiap sampel dengan variasi suhu menunjukkan perbedaan yang tidak terlalu jauh terutama pada variasi suhu 300^o dengan 550^o. Hal itu terjadi karena perbedaan suhu yang cukup jauh berbeda dengan suhu 800^o sehingga terlihat jelas perbedaan ukuran kristal dari sampel 300^o dan 550^o dengan 800^o meskipun dengan perlakuan pembuatan sampel yang sama. Hasil dari perhitungan ukuran kristal tertinggi dapat dilihat pada tabel bahwa ukuran terbesar diperoleh oleh sampel ZnO-TiO₂ dengan suhu 300^o yaitu sebesar 45.74 nm dan terendah diperoleh oleh sampel ZnO-TiO₂ dengan suhu 800^o yaitu 37.44 nm.

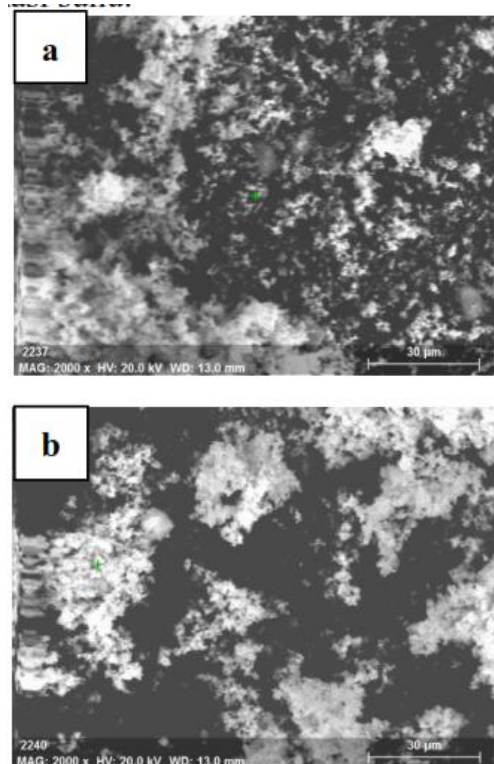
Menurut penelitian Diah Lestari (2011), ukuran kristal yang kecil mampu memperluas permukaan katalis menjadikan kinerja katalis lebih efektif. Oleh karena itu, semakin kecil ukuran kristal semakin baiklah kinerja katalis yang bekerja pada bahan yang akan digunakan.

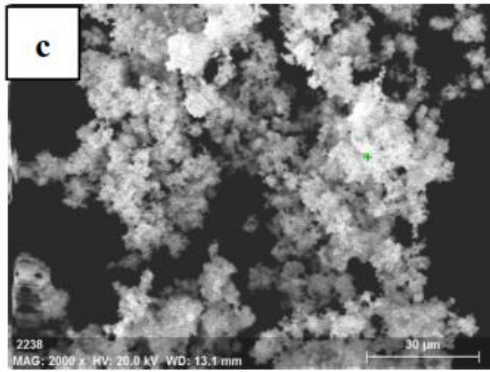
Nilai FWHM juga mempengaruhi besarnya ukuran kristal. Dengan menggunakan persamaan Debye Scherrer ukuran kristal dapat ditentukan setelah uji XRD. Persamaan Debye Scherrer membuktikan bahwa besarnya ukuran kristal memiliki nilai yang berbanding terbalik dengan nilai FWHM.

Bentuk Morfologi Sampel ZnO-TiO₂

Untuk melihat bentuk morfologi dari sampel ZnO-TiO₂ adalah dengan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*). Prinsip kerja SEM yaitu menggunakan konsep pantulan elektron yang mana mengamati sampel dengan menembakkan sinar elektron pada permukaan sampel ZnO-TiO₂ sehingga informasi yang diharapkan dibawa dan dapat diubah dalam bentuk gambar. Pengujian SEM ini digunakan untuk meneliti morfologi bentuk suatu material. Gambar 2 a hingga c akan menunjukkan hasil SEM menggunakan alat SEM dari sampel layer oksida sampel ZnO-TiO₂ dengan variasi temperatur kalsinasi 300°C, 550°C, 800°C.

Berikut hasil informasi yang keluar dari uji karakterisasi SEM sampel ZnO-TiO₂ dengan 3 variasi suhu.





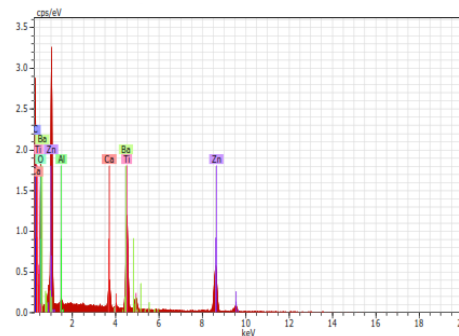
Gambar 2. Hasil Uji SEM sampel ZnO-TiO₂ dengan variasi suhu (a) 300^o, (b) 550^o dan (c) 800^o

Proses kalsinasi menyebabkan hilangnya partikel individu dan penutupan struktur pori diamati. Sampel material ZnO-TiO₂ dengan suhu 300^o dan 550^o memiliki ukuran partikel yang lebih kecil daripada sampel material ZnO-TiO₂ dengan suhu 800^o dengan kata lain ketika suhu kalsinasi meningkat, diameter partikel juga meningkat seperti yang disebutkan pada penelitian sebelumnya oleh Chang et. al 2004 pada *Synthesis, Formation and Characterization of ZnTiO₃ Ceramics*.

Hasil foto SEM menunjukkan morfologi dari lapisan setelah mengalami proses kalsinasi yang berbeda. Bentuk partikel yang terlihat dari masing-masing foto SEM menunjukkan bahwa partikel yang berbentuk spherical(bola) jika dengan perbesaran yang pas. Dari hasil foto SEM dengan perbesaran 2.000x menunjukkan bahwa ZnO-TiO₂ membentuk struktur pori dengan ukuran nano yang persebaran partikelnya lebih merata pada setiap penambahan temperatur dan waktu tahan. Pada foto SEM terdapat agregat- agregat yang terbentuk. Adanya agregat partikel ZnO-TiO₂ dalam penelitian ini, merupakan faktor yang penting dalam pengabsorbsian foton cahaya matahari. Agregat yang terbentuk akan memberikan pengaruh persebaran cahaya matahari.

Hasil karakterisasi SEM dilakukan perbesaran 2000X. perbesaran terlihat bahwa permukaan partikel masih bertumpuk-tumpuk akhirnya banyak tampak gumpalan-gumpalan yang belum teratur tampak bahwa struktur

permukaan sangat halus dan merata. Untuk mengurangi terjadinya penggumpalan sebaiknya dilakukan pemanasan kembali sebelum dilakukan pengkarakterisasian. Dampak terjadinya aglomerasi keadaan pengaruh suhu yang bisa meningkatkan energi total permukaan tersebut partikel bakal bergabung. Menurut gambar SEM bentuk partikel masih belum tampak jelas dikarenakan pada pengujian SEM kurang maksimal, sehingga dibutuhkan perbesaran yang lebih maksimal supaya bentuk partikel dapat terlihat lebih jelas. Akan tetapi secara umum bentuk partikel adalah *spherical* (Anwari, 2019).

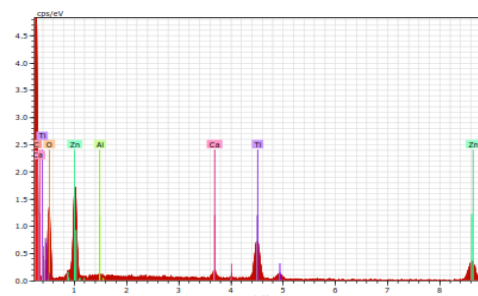


Gambar 3. Komposisi Sampel ZnO-TiO₂ 300^o

Tabel 2. Hasil EDS sampel pada suhu 300^o

Nama Unsur	Unn, C (wt, %)	Norm, C (wt, %)	Atom, C (wt, %)
O	36.74	41.69	72.78
Zn	31.64	35.90	15.33
Ti	12.24	72.78	8.10

Berdasarkan Tabel 2 hasil EDS pada sampel 300^o memperlihatkan unsur-unsur yang terkandung yaitu O dengan persentasi sebesar 72,78% kemudia Zn dengan 15,33% diikuti dengan unsur Ti sebanyak 8,10%. Menunjukkan bahwa pada sampel, kandungan O paling banyak dibandingkan Zn dan Ti.

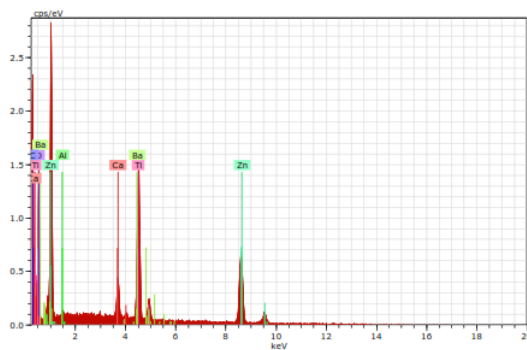


Gambar 4. Komposisi Sampel ZnO-TiO₂ 550^o

Tabel 3. Hasil EDS sampel pada suhu 550^o

Nama Unsur	Unn, C (wt, %)	Norm, C (wt, %)	Atom, C (wt, %)
O	32.39	47.57	76.32
Zn	23.44	34.43	13.51
Ti	15.52	15.52	8.32

Berdasarkan Tabel 3 hasil EDS pada sampel 550^o memperlihatkan unsur-unsur yang terkandung yaitu O dengan persentasi sebesar 76,32% kemudia Zn dengan 13,51% diikuti dengan unsur Ti sebanyak 8,32%. Menunjukkan bahwa pada sampel sama dengan pada suhu 300 bahwa kandungan O paling banyak dibandingkan Zn dan Ti.



Gambar 5. Komposisi Sampel ZnO-TiO₂ 800^o

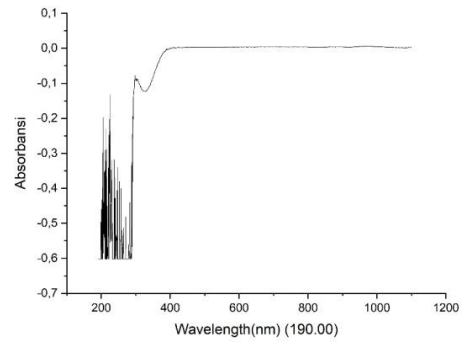
Tabel 4. Hasil EDS sampel pada suhu 800^o

Nama Unsur	Unn, C (wt, %)	Norm, C (wt, %)	Atom, C (wt, %)
O	32.13	33.73	65.69
Zn	38.21	40.12	19.12
Ti	16.08	16.88	10.99

Berdasarkan Tabel 4 hasil EDS pada sampel 800^o memperlihatkan unsur-unsur yang terkandung yaitu O dengan persentasi sebesar 65,69% kemudia Zn dengan 19,12% diikuti dengan unsur Ti sebanyak 10,99%. Menunjukkan bahwa pada sampel sama dengan pada suhu 300 dan 500 bahwa kandungan O paling banyak dibandingkan Zn dan Ti.

Pengujian UV-VIS

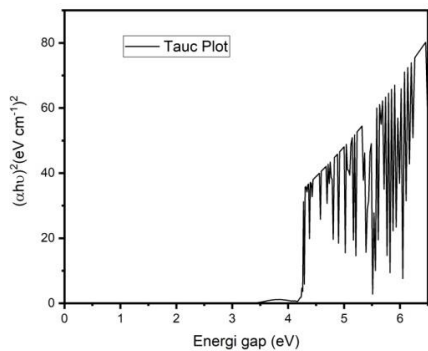
Setelah dilakukan pengujian UV-Vis, diperoleh data yang tidak sesuai dengan harapan dari nilai absorban dan panjang gelombang dari sampel ZnO-TiO₂ tersebut. Data tersebut telah diolah menjadi grafik yang terdapat pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Grafik panjang gelombang dan absorbansi larutan ZnO-TiO₂

Nilai absorbansi menunjukkan besarnya cahaya yang diserap oleh suatu bahan lapisan tipis dari cahaya total yang dipancarkan. Pengukuran absorpsi cahaya merupakan salah satu teknik yang penting untuk menentukan sifat optik suatu bahan lapisan tipis. Dalam pengukuran absorpsi, intensitas cahaya setelah melewati sampel (*I*) dengan ketebalan *l* sebanding dengan intensitas cahaya yang datang (*I*₀). Banyaknya berkas cahaya datang yang diserap oleh suatu bahan tidak tergantung pada intensitas berkas cahaya datang. Hal ini dapat terjadi karena di dalam bahan tersebut tidak terjadi reaksi kimia atau proses fisis yang dapat dipicu oleh berkas cahaya yang datang (Tyas, 2017).

Dari hasil uji UV-Vis di atas, diketahui bahwa nilai absorbansi larutan ZnOTiO₂ sebesar -0.6021 a.u dengan nilai panjang gelombangnya ada pada 190 nm. Hasil dari pengujian sama sekali berbeda dengan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya (Y. Rilda, D. Damara, Syukri, 2019), Hasil UV-Vis yang ditunjukkan menunjukkan penyerapan yang tajam dalam domain UV. ZnO-TiO₂ yang disiapkan menunjukkan sifat optik baru. Hasil dari UV-Vis didapatkan band gap ZnO-TiO₂ 3,25eV yang berpotensi sebagai katalis. Dan pada penelitian Wilda Amananti dan Heri Sutanto, hasil dari uji UVVis menunjukkan panjang gelombang sekitar 380nm-400nm yang merupakan lebih besar dari hasil penelitian penulis.



Gambar 7. Kurva αhv^2 sebagai fungsi *band gap*

Dapat kita lihat dari hasil perhitungan dengan metode *Tauc plot* di atas bahwa nilai yang diperoleh tidak sesuai dengan harapan ataupun tidak sesuai dengan penelitian serupa yang sudah pernah dilakukan. Hal ini dapat terjadi karena ketakmurnian (pengotor) yang ada pada sampel yang mengubah karakteristik dari sampel yang diuji. Kurangnya referensi juga bisa menjadi salah satu faktor ketidaksesuaian pada hasil uji. tidak adanya hubungan *band gap* dengan αhv^2 mungkin dikarenakan tidak adanya korelasi antara sampel yang dibuat ataupun sampel tidak tercampur dengan baik saat akan diuji. Perbedaan hasil *band gap* dengan literatur terlihat sangat jauh berbeda sehingga tidak terdapat perpotongan antara kedua sumbu.

KESIMPULAN DAN SARAN

Material semikonduktor ZnO dapat sintesis dengan cukup baik dengan TiO₂ untuk menjadi material *solar cell* dilihat dari hasil uji XRD dan SEM-EDS namun tidak jika dilihat dari hasil uji UV-Vis. Hasil dari tiap sampel menunjukkan bentuk morfologi yang berbeda karena pengaruh suhu kalsinasi yang berbeda. Perbedaan yang signifikan terlihat pada ZnO-TiO₂ yang dikalsinasi pada suhu 800^o. Sedangkan pada suhu 300^o dan 550^o hasil yang ditampilkan tidak berbeda jauh seperti yang ditampilkan pada grafik hasil pengolahan dari software origin 2021. Karakterisasi XRD material ZnO-TiO₂ dengan variasi suhu kalsinasi 300^oC, 550^oC, dan 800^oC memperoleh ukuran kristal berturut-turut adalah 45,74 nm, 42,77 nm, dan 37, 44 nm. Perhitungan

diperoleh dengan menggunakan persamaan Debye Scherrer dengan memperhatikan, nilai FWHM dan panjang gelombang. Sehingga semakin besar suhu kalsinasi maka ukuran kristal semakin kecil. Sedangkan bentuk morfologi dari setiap sampel dengan variasi suhu. Hasil karakterisasi dengan UV-VIS dengan rentang panjang gelombang 190 nm-1100 nm dengan absorbansi 0.0025 dan *band gap* diperoleh dengan menggunakan metode *Tauc plot* tidak dapat ditentukan karena pada grafik tidak dapat ditentukan garis potong antara sumbu *band gap* dengan sumbu αhv^2 .

Untuk peneliti selanjutnya agar perlu lebih teliti dalam menentukan komposisi untuk mencampur bahan-bahan yang akan diteliti pada tahap sintesis bahkan sampai pengkarakterisasian. Instrumen yang digunakan harus dalam kondisi baik sehingga memperoleh hasil yang lebih baik. Memperbanyak membaca referensi dari penelitian-penelitian sebelumnya mengenai material semikonduktor yang baik digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Wenda Ayuningtyas.(2016). Sintesis Dan Karakterisasi ZnO-TiO₂ Sebagai Kombinasi Semikonduktor Pada Dye Sensitized Solar Cell (DSSC). Skripsi Thesis, Universitas Airlangga.
- C. Shen, T.W. Turney, T.J. Piva, B.N. Feltis, P.F.A. Wright, F.A. Paul, Comparison of UVA-induced ROS and Sunscreen Nanoparticle- Generated ROS In Human Immune Cells, Photochem. Photobiol. Sci. 13 (2014) 781–788, <http://dx.doi.org/10.1039/c3pp50428>.
- D. Wulansari, L. D. Setijadji, dan I. W. Warmada, “Karakterisasi Kandungan Mineral Dalam Bauksit Dengan Metode XRD Semi-Kuantitatif Di Kawasan Tambang Tayan, Kalimantan Barat,” Proceeing Semin. Nas. Kebumihan, hlm. 612–623, 2016.
- E.B. Manaia, R.C.K. Kaminski, M.C. Corrêa, L.A. Chiavacci, Inorganic UV filters, Braz. J. Pharm. Sci. 49 (2013) 201–209,

<http://dx.doi.org/10.1590/s1984-82502013000200002>

- Haliq, R., dan Susanti, D., 2014, Pengaruh Variasi Temperatur Kalsinasi Terhadap Sensitivitas Sensor Gas CO dari Material Zinc Oxide Hasil Proses Hidrotermal. *Jurnal Teknik Pomits*, Vol. 1(1). Hal. 1-7.
- Lestari, Diah. 2011. Preparasi Nanokomposit ZnO-TiO₂ Dengan Metode Sonokimia Serta Uji Aktivitannya Untuk Fotodegradasi Fenol. Semarang: Universitas Negri Semarang. Skripsi.
- Motlan, Lelyana, Nurdin., 2019., Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) Menggunakan Film Tipis ZnO dengan Variasi Kecepatan Putaran Berbahan Dye Bunga Kembang Sepatu., *Jurnal Einstein* 7(2):13-17.
- Rilda Y, Damara D, Syukri, Putri YE, Refinel, Agustien A. Synthesis of ZnO-TiO₂/Chitosan Nanopartikel by Using Precipitation Methods and Studying Their Structures and Optics Properties at Different Precursor Molar Compositions. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci.* 2019;217(1):1-7. doi:10.1088/1755-1315/217/1/012015
- Tyas. 2017. Penentuan Band Gap dan Konduktivitas Bahan Semikonduktor Lapisan Tipis Sn(S_{0,8}Te_{0,2}) dan Sn(S_{0,6}Te_{0,4}) Hasil Preparasi dengan Teknik Evaporasi Termal. Universitas Yogyakarta: Yogyakarta.
- Y. Zhu, L. Zhang, C. Gao, and L. Cao, "The Synthesis Of Nanosized Tio₂ Powder Using A Sol-Gel Method With TiCl₄ As A Precursor," *J. Mater. Sci.*, vol. 35, pp. 4049-4054, 2000.