

PENGARUH UKURAN PARTIKEL ZnO TERHADAP STRUKTUR DAN SIFAT ELEKTRONIK NANOKOMPOSIT ZnO/GRAPHENE OXIDE SEBAGAI KANDIDAT KATALIS SOLAR CELL

Yuliana^{1*}, Riri Jonuarti², Fadhila Ulfa Jhora³, Rahmat Hidayat⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang, Indonesia

e-mail: yuli76044@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini merupakan penelitian tentang pengaruh ukuran partikel ZnO terhadap struktur dan sifat elektronik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh ukuran partikel ZnO terhadap struktur dan sifat elektronik. Jenis penelitian ini adalah eksperimental dengan menggunakan metode sol gel, dalam penelitian ini menggunakan beberapa instrumen, yakni XRD untuk melihat difraksi dari ZnO dan GO sehingga diperoleh data berupa fasa kristalin. Kedua SEM, untuk melihat morfologi permukaan dan ukuran partikel dan ketiga Spektrofotometer UV-Vis, digunakan untuk menganalisis absorbansi pada daerah UV-VIS. Proses sintesis pada penelitian ini dilakukan dengan metode ball milling untuk memvariasikan ukuran partikel ZnO, selanjutnya disintesis ZnO/GO dengan metode sol gel. Hasil penelitian yang diperoleh pada karakterisasi XRD adalah ukuran kristal terkecil yaitu pada sampel ZnO/GO 6 jam yaitu 142,56 nm dan ukuran terbesar didapatkan pada sampel ZnO/GO 4 jam yakni 171,31 nm. selanjutnya Dari pengukuran yang telah dilakukan, didapatkan nilai band gap dengan variasi ukuran partikel terbesar didapatkan pada sampel ZnO/GO yakni 3,16 eV dengan ukuran partikel 83 nm, sedangkan band gap terkecil didapatkan pada sampel ZnO/GO yakni 2,24 eV dengan ukuran partikel 69 nm. Dimana semakin kecil ukuran partikel yang dihasilkan maka semakin kecil juga nilai band gap yang dihasilkan sedangkan untuk daerah absorpsi yang dihasilkan semakin besar.

Kata kunci: Katalis Solar Cell, Nanokomposit, ZnO

EFFECT OF PARTICLE SIZE OF ZnO ON THE STRUCTURE AND ELECTRONIC FEATURES OF ZnO/GRAPHENE OXIDE NANOCOMPOSITE AS SOLAR CELL CATALIZER TEMPLE

Abstract

This was a study of the effect of ZnO particle size on structure and electronic properties. The purpose of this study is to determine the effect of ZnO particle size on structure and electronic properties. This type of research is experimental using the sol gel method, in this study using several instruments, namely XRD to see the diffraction of ZnO and GO so that data in the form of crystalline phases are obtained. Second SEM, to see the surface morphology and particle size and third UV-Vis Spectrophotometer, used to analyze the absorbance in the UV-VIS region. The synthesis process in this study was carried out by ball milling method to vary the particle size of ZnO, then synthesized ZnO/GO by sol gel method. The results obtained in XRD characterization are the smallest crystal size in the 6-hour ZnO/GO sample, namely 142.56 nm and the largest size obtained in the 4-hour ZnO/GO sample, namely 171.31 nm. Furthermore, from the measurements that have been made, the band gap value is obtained with the largest particle size variation obtained in the ZnO/GO sample, namely 3.16 eV with a particle size of 83 nm, while the smallest band gap is obtained in the ZnO/GO sample, namely 2.24 eV with a particle size of 69 nm. Where the smaller the particle size produced, the smaller the band gap value produced, while the absorption area produced is getting bigger.

Keywords: Solar Cell Catalyst, Nanocomposite, ZnO

PENDAHULUAN

Energi merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam memenuhi segala aspek kehidupan. Beberapa tahun belakangan, krisis energi sudah menjadi isu global yang melanda hampir seluruh belahan dunia. Sehingga perkembangan energi sekarang mengarah pada penelitian tentang energi alternatif yang terbarukan dan ramah lingkungan [1], untuk meminimalisir dan mengantisipasi penggunaan energi fosil yang berlebihan. Dimana yang kita tahu bahwa, kebutuhan energi dunia semakin lama semakin meningkat, sedangkan ketersediaan energi fosil semakin lama semakin menipis. Selain itu, penggunaan bahan bakar fosil secara luas juga meningkatkan konsentrasi CO₂ di atmosfer sehingga menyebabkan terjadinya pemanasan global, sedangkan sekitar 87% konsumsi energi dunia berasal dari fosil yang merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui dan berdampak negatif terhadap lingkungan [2]. Dari berbagai sumber energi alternatif yang terbarukan, energi matahari menjadi salah satu sumber energi yang sangat potensial untuk dikembangkan.

Perkembangan teknologi sel surya sendiri sudah mengalami perkembangan yang sangat signifikan, ditandai dengan munculnya generasi baru sel surya mulai dari sel surya konvensional berbasis silikon, kemudian sel surya thin film sampai sel surya Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) yang merupakan sel surya generasi ketiga. Berbeda dengan sel surya generasi sebelumnya, pada DSSC energi matahari diubah menjadi energi listrik melalui mekanisme photovoltaic [3]. Kemudian DDSC memberi peluang baru untuk dikembangkan karena proses fabrikasinya yang sederhana, biaya murah, serta berbahan dasar organik [4]. Cara kerja sel surya adalah dengan memanfaatkan teori cahaya sebagai partikel. Sebagaimana diketahui bahwa cahaya baik yang tampak maupun yang tidak tampak memiliki dua buah sifat yaitu dapat sebagai gelombang dan dapat sebagai partikel yang disebut dengan photon. Penemuan ini pertama kali diungkapkan oleh Einstein pada tahun 1905. Photon dapat dilihat sebagai sebuah partikel energi atau sebagai gelombang dengan panjang gelombang dan frekuensi tertentu. Dengan menggunakan sebuah divais semikonduktor yang memiliki permukaan yang luas dan terdiri dari rangkaian dioda tipe p dan

n, cahaya yang datang akan mampu diubah menjadi energi listrik.

Konversi Energi pada Solar Cell Secara sederhana terdiri dari persambungan bahan semikonduktor bertipe p dan n (p-n junction semiconductor) yang jika tertimpa sinar matahari maka akan terjadi aliran elektron, aliran elektron inilah yang disebut sebagai aliran arus listrik. Semikonduktor adalah bahan yang memiliki nilai hambatan jenis antara konduktor dan isolator yakni sebesar 10⁶ sampai 10⁴ Ω m. bahan semikonduktor yang paling umum adalah kelompok elemen pada silikon dan germanium, memiliki resistivitas listrik menengah antara 10⁻⁶ Ω cm. Suatu semikonduktor dapat mengalami proses fotoeksitasi apabila menyerap energi yang sesuai atau lebih besar dari celah pita, semakin kecil ukuran partikel, maka nilai E_g akan semakin besar. Saat proses eksitasi berlangsung terjadi transfer elektron dari pita valensi menuju ke pita konduksi, hole positif akan terbentuk pada pita valensi yang ditinggalkan electron, sehingga pada proses fotoeksitasi dihasilkan elektron pada pita konduksi dan hole pada pita valensi. Pasangan elektron-hole sebagian besarnya akan berkombinasi kembali, sebagian yang lain dari dapat bertahan sampai di permukaan semikonduktor dan mengalami reaksi redoks terhadap molekul yang teradsorpsi pada permukaan fotokatalis. Hole dapat menginisiasi reaksi oksidasi dan elektron akan menginisiasi reaksi reduksi zat kimia yang ada di sekitar permukaan semikonduktor.

Semikonduktor memiliki pita valensi yang terisi penuh dan pita konduksi yang kosong, kedua pita dipisahkan oleh celah yang disebut energi gap, pada semikonduktor nilai energi gap tidak terlalu besar (0,5-3,0) eV, nilai ini lebih kecil bila dibandingkan pada isolator 6,0 Ev. Hal ini memungkinkan elektron dari pita valensi berpindah ke pita konduksi dengan adanya energi luar yang memenuhi (biasanya energi panas), sedangkan pada isolator tidak terjadi. Salah satu semikonduktor yang bisa digunakan adalah ZnO, Karena ZnO mempunyai kemampuan transpor elektron yang cepat dan penyerapan cahaya lebih besar, resistivitas rendah, tidak beracun, transparansi yang tinggi dengan kisaran visible [5]. Kemudian, ZnO mampu mengikat electron bebas dengan energi ikat 60 MeV. Disamping itu, ZnO juga memiliki kestabilan kimia yang sangat tinggi, koefisien kopling elektrokimianya juga tinggi dan memiliki

kemampuan absorpsi radiasi sinar UV yang luas, yang bersesuaian dengan band gap nya yang bernilai 3,3eV pada suhu kamar. Kelebihan lainnya ZnO tidak mudah rusak dan mudah jenuh sehingga ZnO merupakan material yang cocok digunakan untuk penelitian dengan suhu tinggi maupun tegangan listrik yang tinggi [6]. ZnO banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti sensor biokimia, sensor gas, agen antibakteri, fotokatalis, transistor dan dioda pemancar cahaya LED.

Semikonduktor lain yang biasa digunakan adalah graphene, graphene merupakan material karbon dua dimensi dimensi monoatomic dari satu lapis granit yang ditemukan pada tahun 2004 oleh Andre K.Geim and Konstantin Novoselov [7]. Komunitas ilmiah terinspirasi untuk meneliti graphene lebih teliti setelah penemuan eksperimental andre geim dan Konstantin novoselov pada zat tersebut pada tahun 2004 [8]. Dikarenakan graphene memiliki dengan sifat unik dan luar biasa sehingga potensi yang dimiliki cukup besar dalam berbagai aplikasi, contohnya di bidang baterai, pengisi polimer, sensor, konversi energi, dan perangkat penyimpan energi [9]. Graphene memiliki konduktivitas sangat baik, maka komposit ZnO dan graphene sangat menarik untuk diteliti sebagai kandidat material DSSC. Graphene adalah alotrop karbon dua dimensi dengan ikatan heksagonal. Alotrop karbon lainnya seperti grafit, arang, karbon nanotube dan fullerene semuanya dimulai dengan graphene sebagai komponen fundamental. Graphene memiliki ikatan C-C yang panjangnya 1,42 Å, dengan ikatan kuat pada satu lapisan dan ikatan lemah pada lapisan lainnya. Struktur ikatan pada graphene identic dengan struktur karbon tiga dimensi, meskipun faktanya itu adalah bahan dua dimensi dengan hanya satu lapisan [10].

Kemudian graphene memiliki turunan di bawahnya yakni graphene oxide, Graphene oxide memiliki struktur berlapis yang mirip dengan grafit, tetapi bidang atom karbon dalam graphene oxide sangat berat karena tidak hanya mengandung atom karbon tetapi juga mengandung kelompok oksigen, yang tidak hanya memperlebar jarak antar interlayer tetapi juga membuat lapisan atom hidrofilik semakin tebal. Hasilnya, lapisan teroksidasi ini dapat dengan mudah terkelupas di dalam air menggunakan metode ultrasonikasi. Jika lembaran yang terkelupas hanya mengandung satu atau beberapa lapisan atom karbon seperti

graphene maka lembaran inilah yang dinamakan graphene oxide (GO). Sifat yang paling menarik dari GO adalah dapat dengan mudah direduksi menjadi lembaran mirip graphene dengan melepas kelompok atom yang mengandung oksigen melalui pemulihan struktur terkonjugasi. Graphene oxide mempunyai energi gap yang besar yaitu 2,2 eV. Graphene oxide sering disebut sebagai grafit oksida atau asam grafit, adalah zat yang terbuat dari kombinasi karbon, hidrogen dan oksigen yang di ekstrak dari grafit menggunakan metode oksida kuat. Mirip dengan grafit, graphene oxide memiliki struktur berlapis [11]. Graphene oxide merupakan senyawa turunan grafena yang memiliki karakteristik serupa dengan grafena yang memiliki struktur yang mirip pula. Bedanya grafena struktur yang berbentuk planar, sedangkan pada graphene oxide terdapat lengkungan karena hadirnya gugus oksigen dalam bentuk karboksil dan karbonil didalamnya.

Adapun penelitian sebelumnya dengan judul “Facile synthesis of zinc oxide nanoparticles decorated graphene oxide composite via simple solvothermal route and their photocatalytic activity on methylene blue degradation”, Hasil penelitian ini menunjukkan pola XRD pada ZnO berstruktur wurtzite dan menunjukkan bahwa bahan nano yang disintesis sangat Kristal [12]. Selanjutnya Morfologi permukaan komposit ZnO di analisis dengan FESEM dan didapatkan nanopartikel ZnO hasil sintesis dengan perbesaran berbeda, kemudian Nanopartikel ZnO menunjukkan bentuk hampir bulat yang sangat baik dengan distribusi ukuran yang sempit. Ukuran rata-rata nanopartikel ZnO sekitar 17 ± 5 nm dan sesuai dengan hasil XRD. Hasil ini menunjukkan bahwa pengenalan nanopartikel ZnO ke lapisan graphene dapat meningkatkan aktivitas fotokatalitik melalui interaksi antarmuka antara partikel nano ZnO dan lapisan graphene. Selanjutnya komposit ZnO dan GO yang disintesis berperan penting dalam kinerja fotokatalis pada metilen biru (MB) dan mencapai efisiensi degradasi maksimum 98,5% dalam larutan netral di bawah penyinaran sinar UV selama 15 menit. Konstanta laju degradasi MB dengan komposit ZnO dan GO adalah $0,254 \text{ min}^{-1}$.

Kekurangan pada penelitian yang telah dilakukan adalah pengaruh ukuran nanopartikel ZnO terhadap sifat komposit, karena pada

dasarnya ukuran nanopartikel ZnO yang berbeda akan mempengaruhi sifat dari nanokomposit ZnO/Graphene Oxide.

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis tertarik untuk melakukan pengembangan penelitian terhadap pengaruh Ukuran Partikel ZnO Terhadap Struktur Dan Sifat Elektronik Nanokomposit ZnO/Graphene Sebagai Kandidat Katalis Solar Cell. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode sol-gel. Metode sintesis menggunakan sol-gel untuk material berbasis oksida berbeda-beda bergantung pada precursor dan bentuk produk akhir, baik itu berupa powder, film, aerogel atau serat. Selanjutnya, karakterisasi Morfologi nanokomposit akan diamati dan dianalisis dengan gambar hasil Scanning Electron Microscope (SEM), mengukur optical band gap dengan UV-VIS dan sifat elektronik dari nanokomposit ZnO/Graphene. Peneliti berharap melalui pengembangan penelitian ini didapat pengaruh ukuran nanopartikel ZnO yang paling optimal untuk mendapat sifat nanokomposit ZnO/GO yang paling bagus untuk katalis solar cell.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini yaitu penelitian eksperimen kuantitatif.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada Laboratorium Fisika Material Universitas Negeri Padang, penelitian mulai dilakukan pada bulan September 2023 - bulan Januari 2024.

Target/Subjek Penelitian

Variabel pada penelitian ada tiga macam yaitu variabel bebas yaitu ukuran partikel ZnO dari variasi waktu milling yang dilakukan pada sampel, variabel kontrol yang digunakan yaitu pengaruh suhu, variabel terikat yang digunakan adalah daya serap dan band gap.

Prosedur

Penelitian yang dilakukan melalui tahapan yakni preparasi sampel, sintesis sampel dan pengujian sampel. Pertama tahapan preparasi sampel dengan menggunakan metode ball milling menggunakan alat HEM dengan variasi waktu 2 jam, 4 jam dan 6 jam [13]. Milling secara Teknik merupakan metoda yang sederhana dan efektif untuk menumbuk kristal padat (ukuran dan butiran kristal menjadi lebih kecil) tanpa melalui fasa vaporasi atau reaksi

kimia, seperti yang biasanya diperlukan dalam proses pembuatan nanopartikel lainnya. Proses penggilingan mekanis memiliki beberapa keunggulan dalam skala komersial diantaranya proses ini sangat sederhana, murah, serta produk yang dihasilkan sangat kecil bahkan dalam ukuran nanometer sehingga sangat efisien untuk kapasitas yang relatif besar, dan dapat menghasilkan produk yang homogen [14].

Selanjutnya sintesis ZnO/GO dilakukan dengan metode sol-gel. ZnO sebagai prekursor sebanyak 1gram dilarutkan ke dalam 42 ml pelarut metanol dengan magnetic stirrer selama 30 menit pada temperatur 65°C atau hingga temperatur dalam larutan lebih dari 50 °C. Di sisi lain, sebanyak 0,28gram NaOH dilarutkan ke dalam 23 ml pelarut metanol dengan ultrasonic bath selama 15 menit pada temperatur 27 °C sampai larutan transparan homogen terbentuk. Selanjutnya larutan NaOH tersebut ditambahkan ke dalam larutan prekursor selama ±150 menit hingga warnanya berubah dari putih keruh menjadi transparan kemudian putih susu. Larutan berwarna putih susu ini dimasukkan ke dalam botol duran dan disimpan dalam suhu ruang (aging proses) dengan waktu pengendapan 3 hari. Selanjutnya, gel yang terbentuk dicuci dengan n-hexane dan Metanol dengan perbandingan perbandingan 1:1 serta disentrifugasi dengan kecepatan 3000-5000 rpm. Pencucian dilakukan sebanyak 3 kali. Gel yang terbentuk kemudian dicampur dengan 0,1 ml GO dan diaduk sampai homogen. Larutan gel tersebut kemudian dipanaskan dalam kondisi vacum selama 8 jam pada temperatur 150 °C hingga menjadi Xerogel. Xerogel yang didapat kemudian dihancurkan perlahan hingga menjadi serbuk komposit ZnO/GO [15].

Data, Intrumen, dan Teknik Pengumpulan Data

Dalam melakukan penelitian ini, teknik pengumpulan data yang digunakan adalah teknik secara langsung maupun secara tidak langsung. Adapun pengumpulan data secara langsung yaitu untuk menentukan struktur Kristal dengan alat XRD, untuk menentukan morfologi dan penampang permukaan dari sampel menggunakan alat uji SEM yang dilakukan secara tidak langsung. Untuk mengetahui ukuran band gap (pita energi) dengan menggunakan alat spektrofotometer UV-VIS.

Teknik Analisis Data

1. Ukuran partikel

Informasi system Kristal dan parameter kisi didapatkan dari hasil analisa pola difraksi menggunakan software yaitu High Score Plus. Ukuran sebuah Kristal dihitung berdasarkan pelebaran puncak difraksi menggunakan persamaan Scherrer, yaitu:

$$d = K \frac{\lambda}{\beta \cos\theta B}$$

2. Nilai energi Band-gap

Celah pita energi optik dapat dicari menggunakan Persamaan Urbach yang dapat dituliskan

$$\alpha hv = C(hv - E_g)^{\frac{1}{2}}$$

Dimana C adalah parameter karakteristik (energi foton) untuk transisi, h adalah konstanta Planck dan v adalah frekuensi cahaya. E adalah celah pita optik dari lapisan tipis.

$$E = hv = hc/\lambda$$

Dimana h adalah konstanta Planck (6.262×10^{-34} Js), c adalah kecepatan cahaya 3×10^8 m/s, dan A adalah panjang gelombang dari Cahaya.

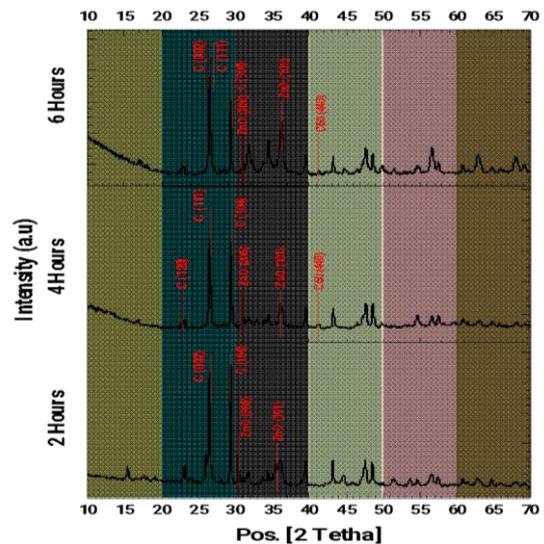
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian menggunakan XRD dilakukan untuk mengetahui masing-masing ukuran kristalin C dan ZnO yang terkandung dalam sampel dapat dilihat pada gambar 1. Hasil analisa difraksi dalam sebuah grafik terlihat pada gambar 1. Semakin banyak bidang kristal yang sama dalam sampel, semakin kuat intensitas pembiasan yang dihasilkan. Tiap puncak yang muncul pada pola XRD mewakili satu puncak 29 bidang kristal yang memiliki orientasi tertentu dalam sumbu tiga dimensi [5]. Berdasarkan grafik difraksi pada sampel 2 Jam, C berada pada posisi sudut $26,55^\circ$ dan $29,41^\circ$ dengan nilai indeks miller/bidang hkl yang terbaca adalah (002) dan (104). Ukuran kristalin yang terhitung adalah 211,09 nm dan 190,6 nm. Sementara ZnO berada pada posisi sudut $30,78^\circ$ dan $36,25^\circ$ dengan bidang hkl (206) dan (101). Ukuran kristalin yang terhitung adalah 182,08 nm dan 12,55 nm. Nilai FWHM yang terbaca adalah 0,1624.

Grafik difraksi pada sampel 4 Jam, C berada pada posisi sudut $22,76^\circ$, $26,61^\circ$, dan $29,46^\circ$ dengan nilai indeks miller/bidang hkl yang terbaca adalah (120), (111) dan (104). Serta C60 pada posisi sudut $41,26^\circ$ dengan bidang hkl (440). Ukuran kristalin yang terhitung adalah 327,8 nm, 150,5 nm, 158,59 nm, dan 80,91 nm. Sementara nilai FWHM yang terbaca ialah, 0,12199, 0,2273, 0,1948, 0,2598, 0,1624, 0,1948. Sementara ZnO berada

pada posisi sudut $30,78^\circ$ dan $36,33^\circ$ dengan bidang hkl (206) dan (101). Ukuran kristalin yang terhitung adalah 151,79 nm dan 154,26 nm. Nilai FWHM yang terbaca adalah 0,1624 dan 0,1948.

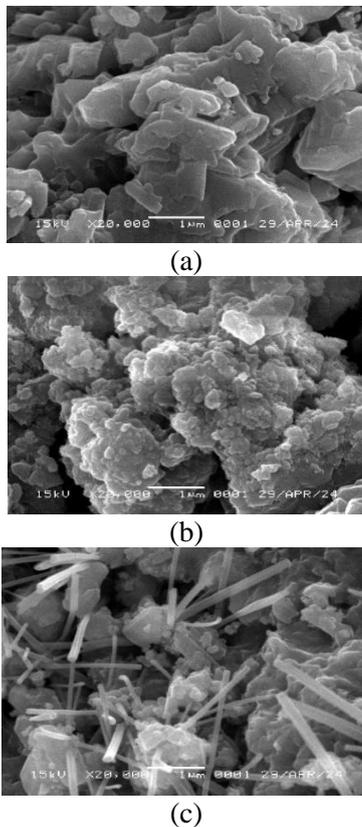
Grafik difraksi pada sampel 6 Jam, C berada pada posisi sudut $26,55^\circ$, $26,61^\circ$, dan $29,46^\circ$ dengan nilai indeks miller/bidang hkl yang terbaca adalah (002), (111) dan (104). Serta C60 pada posisi sudut $41,26^\circ$ dengan bidang hkl (440). Ukuran kristalin yang terhitung adalah 175,98 nm, 175,61 nm, 190,24 nm, dan 84,91 nm. Sementara nilai FWHM yang terbaca ialah, 0,1948, 0,1948, 0,1624, dan 0,2598. Sementara ZnO berada pada posisi sudut $30,78^\circ$ dan $36,26^\circ$ dengan bidang hkl (206) dan (101). Ukuran kristalin yang terhitung adalah 227,64 nm dan 94,33 nm. Nilai FWHM yang terbaca adalah 0,1948 dan 0,1299. Menurut teori jika puncak difraksi tajam dan runcing artinya ukuran kristalinnya berukuran besar, sedangkan jika puncak difraksinya pendek dan melebar artinya ukuran kristalinnya berukuran kecil [16].



Gambar 1. Grafik hasil karakterisasi menggunakan XRD

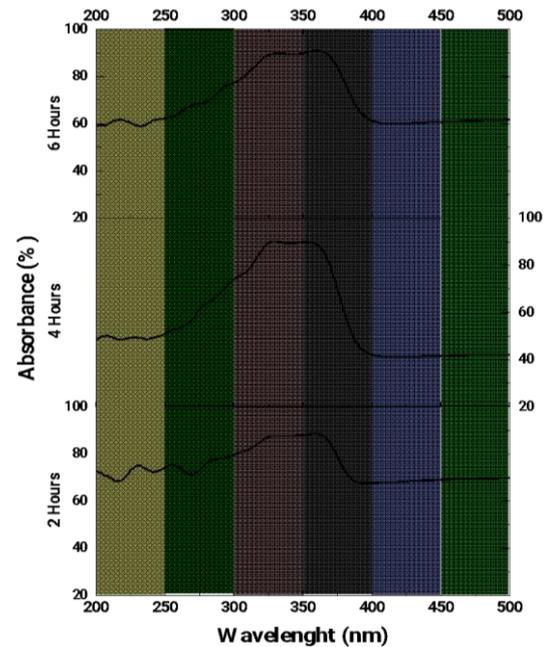
Selanjutnya analisis data SEM ZnO/Graphene Oxide dapat dilihat pada gambar 2 dilakukan menggunakan *Software Imagej*. Pada *software*, data akan ditentukan skalanya terlebih dahulu, kemudian memilih tiap titik-titik yang terdeteksi dalam perbesaran. Dari data analisis tersebut data dikonversi ke excel kemudian di ambil nilai rata-rata dari data yang didapatkan. Hasil ukuran partikel sampel ZnO/GO 2 jam didapatkan sebesar 83 nm dan morfologi permukaannya berbentuk pelat [17],

kemudian pada sampel ZnO/GO 4 jam didapatkan ukuran partikel sebesar 72 nm dan morfologi permukaan berbentuk permukaan berpori [18] dan pada sampel ZnO/GO 6 jam didapatkan ukuran sebesar 69 nm dan morfologi permukaan berbentuk bidang atau jarum.



Gambar 2. Hasil karakterisasi menggunakan SEM (a) sampel 2 jam, (b) sampel 4 jam dan (c) sampel 6 jam

Pengukuran menggunakan UV-VIS dapat dilihat pada gambar 3. Pada grafik absorban sampel A, proses absorpsi tertinggi terjadi pada daerah ultraviolet pada panjang gelombang 360 nm sebesar 88,5% dengan band gap 3,16 eV. Pada sampel B proses absorpsi tertinggi terjadi pada daerah ultraviolet pada panjang gelombang 329 nm sebesar 90,15% dengan band gap 2,45 eV. Pada sampel C, proses absorpsi tertinggi terjadi pada daerah ultraviolet pada panjang gelombang 360 nm sebesar 90,74% dengan band gap 2,24 eV.



Gambar 3. Grafik hasil pengujian menggunakan UV-VIS

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa semakin kecil ukuran partikel yang didapatkan maka nilai band yang diperoleh semakin kecil dan daya serapnya semakin besar, dan begitu sebaliknya. Maka morfologi permukaan dan ukuran partikel yang diperoleh pada masing-masing sampel: ZnO/GO 2 jam berbentuk pelat dengan ukuran partikel 89 nm, kemudian pada sampel ZnO/GO 4 jam permukaannya berpori dengan ukuran partikel 72 nm dan pada sampel ZnO/GO 6 jam permukaannya berbentuk jarum dengan ukuran partikel 69 nm. Dimana band gap terbesar didapatkan pada sampel ZnO/GO variasi ukuran 89 nm yakni 3,16 eV dengan absorbansi 88,5%, sedangkan band gap terkecil didapatkan pada sampel ZnO/GO variasi ukuran 69 nm yakni 2,24 eV dengan absorbansi 90,74%.

Saran

Pada pengembangan penelitian selanjutnya peneliti menyarankan melakukan waktu milling sampel lebih lama lagi yang bertujuan untuk mendapatkan ukuran partikel yang lebih kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arshad, M., & Ahmed, S. (2016). Cogeneration through bagasse: a renewable strategy to meet the future energy needs. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 732-737.
- [2] Gençer, E., & Agrawal, R. (2016). A commentary on the US policies for efficient large scale renewable energy storage systems: Focus on carbon storage cycles. *Energy Policy*, 88, 477-484.
- [3] Green, M. A. (2000). Solar cell efficiency tables. *Prog. Photovoltaic Res. Applic.*, 8.
- [4] Park, K. H., Kim, S. J., Gomes, R., & Bhaumik, A. (2015). High performance dye-sensitized solar cell by using porous polyaniline nanotubes as counter electrode. *Chemical Engineering Journal*, 260, 393-398.
- [5] Blažeka, D., Car, J., Klobučar, N., Jurov, A., Zavašnik, J., Jagodar, A., ... & Krstulović, N. (2020). Photodegradation of methylene blue and rhodamine B using laser-synthesized ZnO nanoparticles. *Materials*, 13(19), 4357.
- [6] Wang, J., Cao, J., Fang, B., Lu, P., Deng, S., & Wang, H. (2005). Synthesis and characterization of multipod, flower-like, and shuttle-like ZnO frameworks in ionic liquids. *Materials Letters*, 59(11), 1405-1408.
- [7] Syakir, N., Nurlina, R., Anam, S., Aprilia, A., & Hidayat, S. (2015). Kajian Pembuatan Oksida Grafit untuk Produksi Oksida Grafena dalam Jumlah Besar (Halaman 26 sd 29). *Jurnal Fisika Indonesia*, 19(56).
- [8] Nugraheni, A. Y. (2017). Analisis Struktur Grafena Oksida Tereduksi Dari Tempurung Kelapa Tua Dengan Hamburan Sinar-X Sudut Kecil Sinkrotron (SAXS). *Surabaya: Jurusan Fisika FMIPA ITS*.
- [9] Hidayat, A., Setiadji, S., & Hadisantoso, E. P. (2018). Sintesis Oksida Grafena Tereduksi (rGO) dari Arang Tempurung Kelapa (*Cocos nucifera*). *al Kimiya: Jurnal Ilmu Kimia dan Terapan*, 5(2), 68-73.
- [10] Al Hroub, R. M. (2022). Synthesis and Characterization of Graphene Oxide and Magnetic Nanoparticles for Drug Delivery.
- [11] Nanda, R. (2022). Structure Analysis of Graphene Micro Oxide from Old Coconut Shell Waste. *Pillar of Physics*, 15(1).69-76.
- [12] Atchudan, R., Edison, T. N. J. I., Perumal, S., Karthikeyan, D., & Lee, Y. R. (2016). Facile synthesis of zinc oxide nanoparticles decorated graphene oxide composite via simple solvothermal route and their photocatalytic activity on methylene blue degradation. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 162, 500-510.
- [13] Hariyanto, M. (2020). Synthesis of ZnO Nanoparticles Using Mechano-Chemical Method By Utilizing 3D HEM (High Energy Milling). In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1445, No. 1, p. 012014). IOP Publishing.
- [14] Storion, A. G., Pallone, E. M. D. J. A., Giraldi, T. R., & Maestrelli, S. C. (2021). Influence of the shaker mill in the properties of ZnO processed by high energy milling. *Research, Society and Development*, 10(12), 1-17.
- [15] A, C.G., & Rizkia Mutiara, Sri Suryaningsih, Ayi Bahtiar, A. A. (2020). Pengaruh Waktu Aging Pada Sintesis Nanokomposit ZnO:GO Sebagai Fotokatalis Pada Sistem Penjernihan Air. *Jurnal Material Dan Energi Indonesia*, Vol 10(02), 89-97.
- [16] Sinaga, Z., & Joniwarta, J. (2020). Analisis ukuran kristal dan sifat magnetik melalui proses pemesinan milling menggunakan metode karakterisasi xrd, mechanical alloying, dan ultrasonik tekanan tinggi pada material barium hexaferrite (Baf₁₂O₁₉). *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 5(1), 9-14.
- [17] Awwad, A., Shammout, M., & Amer, M. (2021). Fe (OH) 3/kaolinite nanoplatelets: Equilibrium and thermodynamic studies for the adsorption of Pb (II) ions from aqueous solution. *AM Awwad, MW Shammout and MW Amer. Fe (OH)*, 3, 90-102.
- [18] S. Niju, K.M. Meera S. Begum, N. Anantharaman. (2014). *Modification Of Egg Shell and Its Application In Biodiesel Production*. *Journal Of Saudi Chemical Society*.