

## Pengaruh Variasi Doping Urea terhadap Karakteristik Film Tipis ZnO/Graphene Oxide sebagai Kandidat Katalis Solar Cell

Zakia Azzahra<sup>1</sup>, Riri Jonuarti<sup>2</sup>, Ratnawulan<sup>3</sup>, Yenni Darvina<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Fisika, Universitas Negeri Padang

e-mail: [azzahrazakia419@gmail.com](mailto:azzahrazakia419@gmail.com)

### Abstrak

Solar cell ialah perangkat yang bermanfaat untuk mengalihkan energi matahari menjadi energi listrik. Sekarang, ZnO dan Graphen Oxide menjadi salahsatu material yang mejanjikan sebagai katalis. Namun, pada material ZnO/Graphene Oxide rentan terjadinya efek rekombinasi akibat lebarnya celah pita energi, sehingga penambahan pengotor seperti urea diperlukan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan doping urea pada film tipis ZnO/Graphene Oxide terhadap struktur dan ukuran kristal serta celah pita energi yang nantinya akan dijadikan sebagai katalis pada solar cell. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan variasi jumlah doping urea yang dipakai sebesar 0,1 mol, 0,3 mol dan 0,5 mol menggunakan metoda sol-gel spin coating. Dari analisis data yang dilakukan semakin banyak jumlah urea maka ukuran kristalin semakin meningkat dari 40,52 nm menjadi 48,53 nm. Sebaliknya, semakin banyak jumlah urea, celah pita energi akan semakin mengecil dari 2,70 eV menjadi 2,66 eV. Hal ini menunjukkan bahwa film tipis ZnO/ Graphene Oxide dengan penambahan pengotor urea dapat meningkatkan konduktifitas elektronik dan berpotensi sebagai katalis solar cell.

**Kata kunci:** *Solar Cell, Film Tipis, ZnO/Graphene Oxide, Urea, Doping*

### Abstract

A solar cell is a device that transforms solar energy into electrical energy. At present, Zinc Oxide (ZnO) and Graphene Oxide are among the most promising catalyst materials. Nonetheless, the ZnO/Graphene Oxide composite is susceptible to recombination effects due to its energy band gap width, making it necessary to add impurities like urea. This research aims to investigate the impact of urea doping on the structure, crystal size, and energy band gap of ZnO/Graphene Oxide thin films, which will subsequently be utilized as a catalyst in solar cells. This category of research is experimental research with variations in the amount of urea doping used of 0.1 mol, 0.3 mol and 0.5 mol using the sol-gel spin coating method. From the data analysis conducted, the more the amount of urea, the crystalline size increases from 40.52 nm to 48.53 nm. Conversely, the more the amount of urea, the energy band gap will decrease from 2.70 eV to 2.66 eV. This shows that ZnO/Graphene Oxide thin film with the addition of urea impurity can improve electronic conductivity and has the potential as a solar cell catalyst.

**Keywords:** *Solar Cell, Thin Film, ZnO/Graphene Oxide, Urea, Doping*

### PENDAHULUAN

Energi menjadi peran utama dalam berbagai bidang kehidupan manusia., Seiring berjalannya waktu, ketersediaan energi tidak seimbang dengan peningkatan permintaan konsumsi energi, baik untuk kebutuhan dasar maupun untuk industry. Karena keterbatasan sumber energi dapat diantisipasi dengan mengembangkan energi baru terbarukan yang ramah lingkungan sebagai alternatif (Azhar. 2018). Energi matahari menjadi energi alternatif yang paling potensial untuk ditingkatkan.

Energi matahari memiliki potensi yang berkualitas untuk dijadikan alternatif sumber energi pengganti fosil, karena ketersediaannya yang tidak terbatas. Oleh karena itu, energi matahari sangat menguntungkan untuk dikembangkan sebagai sumber energi alternatif, seperti panel surya

(Purwoto. 2018). Alat itu bermanfaat untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik dinamakan sel surya. Perkembangan alat ini sangat signifikan, sel surya memiliki beberapa generasi dalam perkembangannya mulai dari sel surya konvensional berbasis silicon yang dimana silicon adalah bahan yang memiliki efisiensi yang sangat baik, namun memiliki beberapa kelemahan seperti biaya yang tinggi, membutuhkan banyak energi dan sumber daya, dan reduksinya menghasilkan gas rumah kaca (Asy'ari dkk. 2014). Sel surya thin film dengan menggunakan semikonduktor hingga sel surya generasi ketiga yaitu Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) yang sedang diperbarui saat ini (Woonbong. 2012). Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) merupakan jenis sel surya berbasis fotoelektrokimia dimana mampu mengalihkan energi foton menjadi energi listrik. DSSC muncul sebagai hasil perkembangan nanoteknologi, yang akan memiliki peran penting di masa depan bagi kehidupan manusia. (Hardeli dkk. 2013). Untuk meningkatkan efisiensi sel surya, dapat digunakan katalis berbahan semikonduktor dengan permukaan luas dan celah pita yang kecil, sehingga mampu menyerap lebih banyak cahaya. Salah satu cara untuk mencapai dimensi permukaan yang luas adalah membuat bahan dalam bentuk lapisan tipis (Dahlan, 2009).

Semikonduktor ialah material dengan tingkat konduktivitas yang terletak antara isolator dan konduktor dengan energi band gap ( $E_g$ ) antara 0-4 eV. Semikonduktor adalah material yang memiliki potensi untuk menghasilkan arus listrik akibat pergerakan elektron yang tereksitasi (A. Huda dkk, 2019). Salah satu bahan semikonduktor yang telah banyak di aplikasikan dalam berbagai bidang baik itu sebagai sensor, lapisan tipis, transduser dan katalis adalah seng oksida (ZnO).

Seng oksida (ZnO) ialah semikonduktor tipe-n pada golongan IIB-IVA, ZnO memiliki celah pita energi sebesar 3.37 eV, dengan energi ikatan eksiton yang tinggi sebesar 60 meV, stabilitas termal dan mekanik yang tinggi pada suhu kamar (Shantou. 2013). Namun, ZnO juga memiliki beberapa kelemahan seperti celah pita energi yang lebar, luas permukaan yang kecil sehingga penyerapan cahaya kurang maksimal (Sutanto. 2017), menyebabkan berkurangnya efektivitas fotokatalitik semikonduktor karena timbulnya rekombinasi electron dan hole. Hole adalah lubang positif yang diabaikan oleh elektron yang tereksitasi. Ketika energi foton memiliki nilai energi yang sesuai atau lebih besar dari energi band gap, elektron di pita valensi akan berpindah ke tingkat energi yang lebih tinggi di pita konduksi, menciptakan lubang positif di pita valensi. Kemungkinan terjadinya rekombinasi antara elektron dan hole dapat mengurangi efektivitas fotokatalitik semikonduktor. Berbagai penelitian telah dilaksanakan untuk mengurangi rekombinasi ini, salah satunya melalui modifikasi permukaan semikonduktor.

Sebuah upaya memodifikasi semikonduktor untuk meminimalkan efek rekombinasi ialah dengan penggabungan ZnO dengan bahan lain dan juga dengan penambahan pengotor atau doping. Penggabungan semikonduktor dengan bahan karbon seperti Graphene oxide. Graphene oxide merupakan nanomaterial berbasis karbon yang mengandung oksigen aktif yang kaya, memiliki struktur kisi sarang lebah hexagonal, luas permukaan yang besar, sifat elektronik yang unik dan kekuatan mekanik yang baik (Rabieh dkk. 2016). Doping adalah penambahan sejumlah kecil zat ke suatu materil untuk mengubah sifat fisiknya, material yang biasanya digunakan sebagai doping adalah logam, non logam, dan logam transisi. Umumnya, doping yang dipakai untuk mengecilkan celah pita energi melibatkan penambahan unsur logam. Namun, penggunaan unsur logam ini dapat berbahaya karena mudah terkorosi dan terdapat racun, yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan jika diproduksi dalam jangka waktu lama. Oleh karena itu, dopan non-logam banyak dipilih karena dianggap lebih aman dan tidak berisiko. Beberapa bahan non-logam yang umum digunakan antara lain N, C, S, P, dan F. Salah satu bahan non-logam yang memiliki potensi besar sebagai dopan adalah N (Li dkk. 2017). Urea merupakan salah satu sumber nitrogen yang mudah diperoleh, tidak memerlukan penanganan khusus, dan elektron-elektronnya dapat berpindah dengan leluasa dari satu atom ke atom lainnya (Luvan dan Yuvraj. 2015). Material katalis dapat berupa lapisan tipis, yang dapat dibuat menggunakan berbagai teknik seperti evaporasi, spin-coating, sputtering, dan doctor blade. Salah satu teknik yang paling sederhana adalah spin coating. Keunggulan dari metode spin coating adalah film yang dihasilkan dari larutan cenderung memiliki ketebalan yang merata selama proses spin off. Setelah merata, film tersebut cenderung tetap homogen dan berlaku untuk setiap substrat yang digunakan dengan tingkat

kehomogenan yang tinggi. Lapisan tipis yang muncul dari metode spin coating akan mempunyai kualitas yang cukup baik dan biaya produksi yang relatif rendah (Muhlis, 2013).

Dalam penelitian ini difokuskan pada variasi jumlah doping urea yang ditambahkan pada ZnO/Graphene oxide. Hal ini dilakukan untuk melihat pengaruh penamahan urea terhadap struktur kristal dan energi band gap film tipis ZnO/Graphene menggunakan metoda sol-gel spin coating. Kemudian akan dikarakterisasi dengan menggunakan X-Ray Diffraction (X-RD) untuk melihat struktur dan ukuran kristal, Scanning Electron Microscope (SEM) untuk melihat ketebalan lapisan dan Spektrofotometri UV-Vis untuk mengetahui celah pita energi berdasarkan absorbansi cahaya.

## METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen. Bahan penelitian yang akan di analisis adalah ZnO, Graphene Oxide, dan Urea yang didapatkan secara komersial. Pada penelitian ini, preparasi bahan penelitian dilakukan pada Laboratorium Fisika Material dan Biofisika Universitas Negeri Padang dan untuk membuat film tipis ZnO/Graphene Oxide dengan doping Urea dilakukan pada Laboratorium LLDIKTI Wilayah X Padang. Pengujian sampel menggunakan karakterisasi X-Ray Diffraction (XRD) dilakukan pada Laboratorium Fisika Material dan Biofisika FMIPA Universitas Negeri Padang, pengujian menggunakan karakterisasi Spektrofotometri UV-vis pada Laboratorium Mineral Dan Material Maju FMIPA Universitas Negeri Malang, dan pengujian dengan karakterisasi Scanning Electron Microscope (SEM) di Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan (PPPGL) yang berada di Bandung.

Dalam penelitian ini, material yang digunakan dalam penelitian adalah seng oksida (ZnO), Graphene oxide (GO), Urea, NaOH, Aquades, isopropyl alcohol, dan methanol yang didapatkan secara langsung di PT. Kisbiokim Medika Laboratori Padang. Untuk alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah X-Ray Diffraction (XRD), Spektrofotometer UV-vis, Scanning Electron Microscope (SEM), High Energy Milling (HEM), magnetik Stirer, furnes, oven, timbangan digital, gelas kimia, ultrasonic bath, gelas ukur, kaca arloji, spatula, batang pengaduk, pipet tetes, dan aluminium foil. Dalam penelitian ini terdapat tiga variable, yaitu variable bebas adalah urea dimana jumlah urea yang digunakan 0,1 mol, 0,2 mol, dan 0,5 mol. Variable control adalah waktu, suhu, kecepatan putar dan massa. Variabel terikat pada penelitian ini adalah struktur film tipis ZnO/GO-Urea.

Prosedur penelitian terbagi mejadi 3 tahapan, yang pertama adalah preparasi sampel ZnO, Graphen oxide, dan urea dan sterilisasi kaca untuk lapisan tipis. Dimana bubuk ZnO di perkecil menggunakan alat Ball-milling selama 2 jam. Setelah proses milling dilakukan, dudapatkan ukuran partilek ZnO sebesar 74,24 nm. Kaca dengan ukuran 2 cmx2 cm direndam dalam larutan methanol kemudian digetarkan dengan ultrasonic bath selama 10 menit, kemudian dibilas menggunakan akuades dan di oven pada suhu 120 °C selama 10 menit.

Pada tahap kedua adalah proses sintesis ZnO/GO dengan penambahan doping urea. Menurut (Paul, R., dkk, 2016). dimana sebanyak 0,1 gr bubuk GO dilarutkan dalam 50 ml isoprophyl alcohol yang kemudian digetarkan menggunakan ultrasonik cleaner selama 2 jam dengan suhu ruang. Disisi lain 0,2 gr bubuk ZnO juga dilarutkan dengan 25 ml isoprophyl alcohol dan diaduk menggunakan magnetik stirer pada suhu konstan 60 °C selama 1 jam dan kemudian didinginkan hingga suhu kamar. Bubuk urea sebanyak variasi yang telah ditentukan 0,1 mol, 0,3 mol, dan 0,5 mol juga dilarutkan dalam 25 ml isoprophyl alcohol dengan magnetik stirer pada suhu konstan 60 °C. Larutan transparan diaduk terus-menerus selama satu jam. Larutan ZnO dan GO kemudian dicampur secara homogen menggunakan magnetik stirer selama 1 jam dengan suhu kamar, setelah homogen tambahkan larutan urea dan kembali diaduk terus menerus menggunakan magnetik stirrer selama 1 jam pada suhu 60 °C hingga larutan homogen.

Tahap ketiga adalah pembuatan film tipis dengan menggunakan metode spin coating. Setelah larutan ZnO/GO-Urea selesai dihomogenkan, dilakukan pembuatan film tipis dengan teknik spin coating pada substrat kaca dengan ukuran 2cm x 2cm. Substrat kaca diletakkan diatas pelat spin coater, lalu teteskan larutan ZnO/GO-Urea sebanyak 5 hingga 10 tetes, kemudian diputar (spinning) selama 30 detik pada laju 2000 rpm. Film Tipis yang sudah terbentuk kemudian di panaskan dengan oven pada suhu 120°C selama 10 menit. Kemudian lapisan tipis diannealing pada suhu 400°C dengan menggunakan furnace.

Setelah film tipis ZnO/GO dengan variasi jumlah doping urea dibuat, sampel lapisan tipis kemudian dikarakterisasi menggunakan alat XRD, Spektrofotometri UV-Vis, dan SEM. Data XRD dianalisis menggunakan aplikasi High Score Plus dengan memilih kurva puncak difraksi yang memiliki intensitas tertinggi pada posisi  $2\theta$ , kemudian menganalisis nilai pelebaran kurva setengah puncak difraksi atau Full Width Half Maximum (FWHM) (Sinaga & Joniwarta, 2020). Kemudian ukuran kristal ditentukan dengan memanfaatkan persamaan Debye-Scherrer, sebagai berikut:

$$D = \frac{K\lambda}{\beta \cos \theta}$$

dengan; k: Ketetapan Scherrer (0,9)  
 $\lambda$ : Panjang gelombang sinar-X (1,54 Å)  
 $\beta$ : Full Width at Half Maximum (FWHM) (rad)  
 $\theta$ : Sudut difraksi Bragg ( $^{\circ}$ )

Penjabaran spektrofotometri UV-Vis bertujuan untuk melihat besar celah pita energi pada film tipis, analisis data dapat diketahui melalui absorbansi dan transmitansi yang didapatkan dengan menggunakan aplikasi Origin melalui metode tauc plot. Persamaan yang digunakan sebagai berikut;

$$\left(\frac{\alpha hc}{\lambda}\right)^{\gamma} = A - \left(\frac{hc}{\lambda} - E_g\right)$$

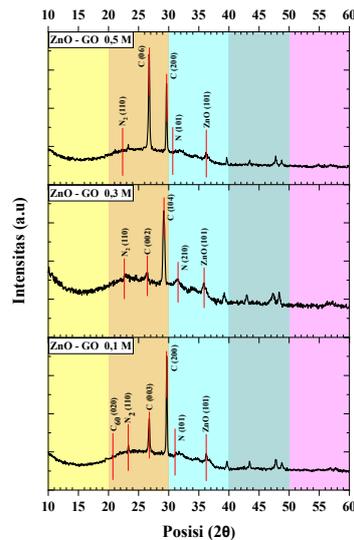
dengan;  $h$ : Konstanta Planck ( $6,63 \times 10^{-34}$  j.s)  
 $\alpha$ : Koefisien Absorbansi  
A: Konstanta Proporsional  
c: Kecepatan Cahaya ( $3 \times 10^8$  m/s<sup>2</sup>)  
 $\lambda$ : Panjang Gelombang  
 $E_g$ : Energi Gap  
 $\gamma$ : Transisi Indirect type (2), Transisi Direct type (1/2)

Hasil analisis nantinya adalah ditemukannya nilai celah pita energi dari data absorbansi yang didapatkan. Selanjutnya untuk data karakterisasi menggunakan SEM, data yang didapatkan dari karakterisasi menggunakan SEM berupa bentuk gambar. Karakterisasi SEM bertujuan untuk melihat ketebalan lapisan tipis yang terbentuk, ketebalan ini dapat dianalisis menggunakan aplikasi image-j.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa, analisis data dilakukan dengan menggunakan software High Score Plus, Origin dan Image-J. Data diperoleh dari hasil pengujian tiga sampel dengan XRD (X-Ray Diffraction), Spektrofotometri UV-Vis, SEM (Scanning Electron Microscope) dengan tiga variasi jumlah doping urea masing-masing 0,1 mol, 0,3 mol, 0,5 mol.

Karakterisasi menggunakan metode XRD dilaksanakan agar memperoleh informasi tentang struktur kristal dan ukuran kristalnya. Data yang didapat berupa jarak bidang, intensitas sudut  $2(\Theta)$ . Berdasarkan analisis data X-RD yang telah dilakukan untuk mendapatkan pengaruh doping urea terhadap struktur kristal dan ukuran kristalin film tipis ZnO/GO.



**Gambar 1. Hasil karakterisasi sampel dengan XRD**

Gambar 1 merupakan grafik pengujian XRD dengan tiga variasi jumlah doping urea yaitu 0,1 mol, 0,2 mol, dan 0,5 mol. Pada setiap variasi sampel diambil lima puncak tertinggi dengan rentang yang sama pada setiap grafik. Berdasarkan pola difraksi yang terlihat, puncak-puncak yang terbentuk menandakan ketinggian intensitas dari material ZnO. Graphene oxide, dan urea. Pada variasi jumlah urea 0,1 mol didapatkan struktur kristal Hexagonal, Orthohombic, dan Tetragonal yang terbentuk pada puncak  $2\theta$  dengan sudut  $26.603^\circ$ ,  $20.034^\circ$ ,  $29.624^\circ$ ,  $36.261^\circ$ ,  $22.577^\circ$ , dan  $30.297^\circ$  dan dengan nilai  $d_{spacing}$  pada tiap sudut  $3.35 \text{ \AA}$ ,  $4.43 \text{ \AA}$ ,  $3.01 \text{ \AA}$ ,  $2.48 \text{ \AA}$ ,  $3.92 \text{ \AA}$ , dan  $2.95 \text{ \AA}$ . Nilai FWHM pada tiap sudut yaitu  $0.19^\circ$ ,  $0.19^\circ$ ,  $0.36^\circ$ ,  $0.26^\circ$ ,  $0.13^\circ$  dan  $0.19^\circ$ . Ukuran kristal dapat ditentukan dengan persamaan Debye Scherrer sebesar  $32.1760 \text{ nm}$ ,  $41.4130 \text{ nm}$ ,  $62.3634 \text{ nm}$ . Pada variasi jumlah urea 0,3 mol didapatkan struktur kristal Hexagonal, Rhombohedral, dan Tetragonal yang terbentuk pada puncak  $2\theta$  dengan sudut  $29.179^\circ$ ,  $26.426^\circ$ ,  $36.100^\circ$ ,  $22.238^\circ$ , dan  $32.453^\circ$  dan dengan nilai  $d_{spacing}$  pada tiap sudut  $3.05 \text{ \AA}$ ,  $3.37 \text{ \AA}$ ,  $2.49 \text{ \AA}$ ,  $3.99 \text{ \AA}$ , dan  $2.77 \text{ \AA}$ . Nilai FWHM pada tiap sudut yaitu  $0.36^\circ$ ,  $0.38^\circ$ ,  $0.52^\circ$ ,  $0.36^\circ$  dan  $0.36^\circ$ . Ukuran kristal dapat ditentukan dengan persamaan Debye Scherrer sebesar  $16.0806 \text{ nm}$ ,  $22.8914 \text{ nm}$ ,  $22.6659 \text{ nm}$ . Pada variasi jumlah urea 0,5 mol didapatkan struktur kristal Hexagonal, Hexagonal, dan Tetragonal yang terbentuk pada puncak  $2\theta$  dengan sudut  $29.624^\circ$ ,  $20.603^\circ$ ,  $36.256^\circ$ ,  $22.479^\circ$ , dan  $30.274^\circ$  dan dengan nilai  $d_{spacing}$  pada tiap sudut  $3.01 \text{ \AA}$ ,  $3.35 \text{ \AA}$ ,  $2.48 \text{ \AA}$ ,  $3.96 \text{ \AA}$ , dan  $2.95 \text{ \AA}$ . Nilai FWHM pada tiap sudut yaitu  $0.13^\circ$ ,  $0.16^\circ$ ,  $0.52^\circ$ ,  $0.13^\circ$  dan  $0.16^\circ$ . Ukuran kristal dapat ditentukan dengan persamaan Debye Scherrer sebesar  $16.0876 \text{ nm}$ ,  $50.2665 \text{ nm}$ ,  $62.3528 \text{ nm}$ .

Grafik dari setiap sampel menunjukkan kemiripan, namun dengan puncak yang berbeda. Perbedaan ini berdampak pada variasi ukuran kristal di setiap sampel. Dapat dilihat pada variasi jumlah doping urea 0,1 mol puncak tertinggi terdapat pada sudut  $2\theta$   $29.62^\circ$  pada orientasi (200), sedangkan pada variasi jumlah urea 0,3 mol puncak tertinggi terdapat pada sudut  $2\theta$   $29.179^\circ$  pada orientasi (104), dan pada variasi jumlah doping urea 0,5 mol puncak tertinggi terdapat pada sudut  $2\theta$   $20.603^\circ$  pada orientasi (006). Berdasarkan pada data sudut  $2\theta$  dan FWHM yang diperoleh akan digunakan sebagai parameter dalam menghitung ukuran kristal, Untuk penjelasan yang lebih rinci, perhatikan berikut ini.

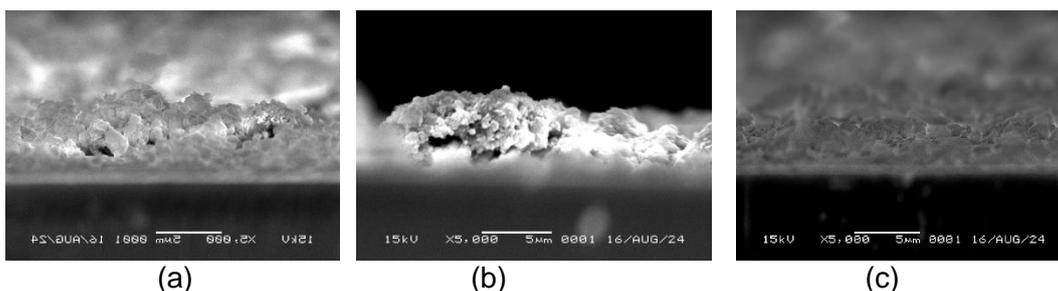
**Table 1. Struktur dan ukuran kristal film tipis ZnO/GO-Urea**

No	Senyawa	Struktur Kristal	Ukuran Kristal (nm)
1	ZnO	Hexagonal	40.51858333
	Graphene oxide	Orthohombik	
	Urea	Tetragonal	
	ZnO	Hexagonal	

2	Graphene oxide Urea	Rhombohedral Tetragonal	21.16624
3	ZnO Graphene oxide Urea	Hexagonal Hexagonal Tetragonal	48.5285

Dalam table 1, dapat kita lihat struktur kristal dan ukuran kristal dari masing-masing variasi jumlah urea yang ditambahkan mengalami perubahan. Dapat dilihat bahwa ukuran kristalin pada variasi jumlah urea 0,3 mol mengalami penurunan ukuran kristalin yang cukup signifikan dan pada variasi jumlah urea 0,5 mol ukuran kristal kembali meningkat, disebabkan adanya penggumpalan pada sampel yang menyebabkan ukuran kristalnya menjadi besar. Nilai FWHM juga mempengaruhi besarnya ukuran kristal, semakin kecil nilai FWHM yang didapatkan akan semakin besar ukuran kristal yang dihasilkan, begitu pula sebaliknya. Hal ini membuktikan Persamaan Debye Scherrer, menegaskan bahwa ukuran kristal berbanding terbalik dengan nilai FWHM. Kristal berukuran kecil dapat memperluas permukaan katalis, sehingga meningkatkan efektivitas kinerjanya. Akibatnya, semakin kecil ukuran kristal, semakin optimal kinerja katalis pada bahan yang digunakan (Lestari, 2011). Ukuran kristal yang <100 nm bisa membantu memperluas permukaan katalis, Dengan demikian dapat meningkatkan efektifitas kinerja katalis (Mutiarra & Rais, 2021).

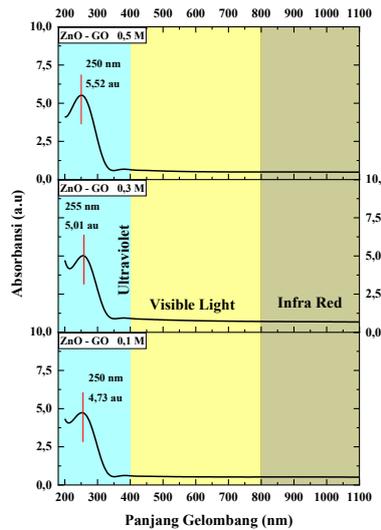
Analisis karakterisasi film tipis ZnO/GO-Urea dengan 3 variasi jumlah urea menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM) dengan perbesaran 5000x, data gambar yang didapatkan diolah menggunakan Software Image-j untuk melihat ketebalan film tipis. Berikut ini hasil data SEM ditampilkan pada gambar berikut:



**Gambar 2. Ketebalan Film Tipis ZnO/GO-Urea (a) variasi urea 0,1 mol (b) variasi urea 0,3 mol (c) variasi urea 0,5 mol**

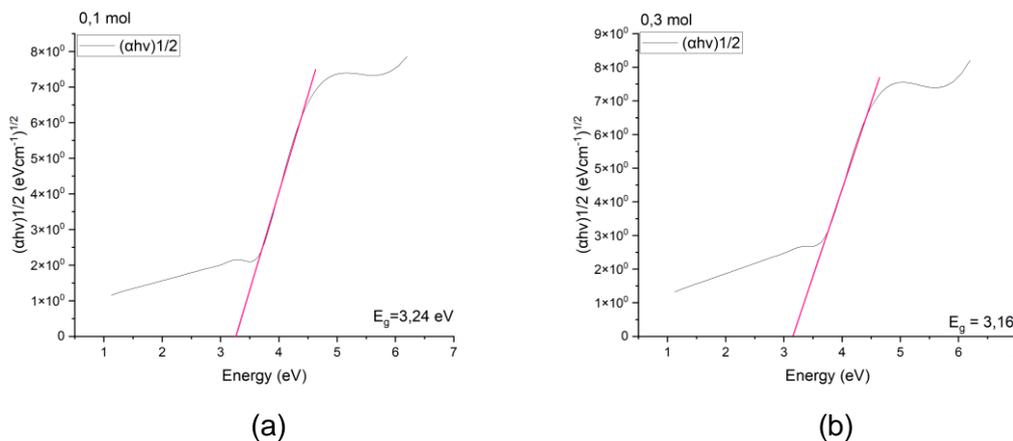
Berdasarkan gambar 2, dapat kita lihat film tipis dengan variasi jumlah urea 0,1 mol memiliki ketebalan 6,23 µm, sedangkan film tipis dengan variasi jumlah urea 0,3 mol memiliki ketebalan 7,34 µm, dan film tipis dengan variasi jumlah urea 0,5 mol dengan ketebalan 4,11 µm. Film tipis yang paling tebal adalah 7,34 µm dan paling tipis 4,11 µm, perbedaan ketebalan dapat terjadi karena sampel yang kurang homogen sehingga terjadi penggumpalan saat sampel di karakterisasi. Perbedaan ketebalan sampel juga dapat mempengaruhi luas permukaan dan penyerapan cahaya.

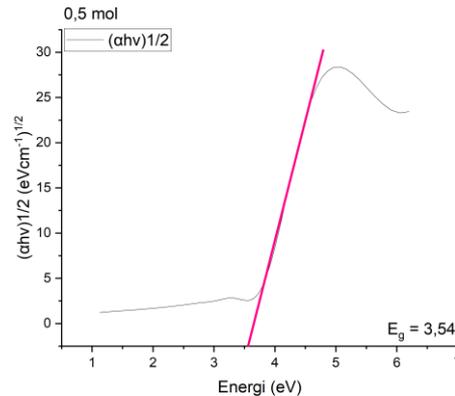
Hasil analisis pada pengujian spektrofotometri UV-Vis berbentuk absorbansi dan transmitansi cahaya terhadap 3 variasi jumlah doping urea. Spektrum absorbansi diukur pada cahaya Uv dan visible ligh dengan rentang panjang gelombang 200-800 nm untuk tiap sampel, Hubungan panjang gelombang dengan absorbansi dapat diketahui pada gambar dibawah ini.



**Gambar 3. Grafik Absorbansi Film Tipis ZnO/GO-Urea**

Pada gambar 3, Nilai absorbansi menggambarkan jumlah cahaya yang ditangkap oleh suatu bahan lapisan tipis dari total cahaya yang dipancarkan. Nilai absorbansi didapatkan puncak tertinggi pada Panjang gelombang 250 nm dengan penyerapan sebesar 4,73 au pada variasi jumlah urea 0,1 mol sedangkan nilai absorbansi tertinggi pada variasi jumlah urea 0,3 mol puncaknya berada pada Panjang gelombang 255 nm dengan penyerapan sebesar 5,01 au, dan nilai absorbansi dengan puncak tertinggi pada variasi jumlah urea 0,5 mol berada pada Panjang gelombang 250 dengan penyerapannya sebesar 5,52 au. Pada ketiga variasi jumlah urea nilai penyerapan paling tinggi berada pada cahaya ultraviolet dengan rentang panjang gelombang 200 nm hingga 400 nm. Pada rentang panjang gelombang yang besar dari 400 nm cahaya yang diserap semakin rendah, Hal ini dapat memengaruhi eksitasi elektron-elektron dari pita valensi ke pita konduksi, yang menghasilkan arus listrik rendah. Selain itu, transmisi yang rendah akan mengurangi pemborosan energi foton. Dari hasil absorbansi yang ditampilkan diatas, dapat ditentukan nilai celah pita energi (band-gap) yang dihasilkan.





(c)

**Gambar 4. Kurva analisis Spektrofotometer Uv-Vis (a) variasi urea 0,1 mol (b) variasi urea 0,3 mol (c) variasi urea 0,5 mol**

Berdasarkan kurva pada Gambar 4, dapat dilihat nilai band gap film tipis ZnO/GO-Urea pada variasi jumlah urea 0,1 mol didapatkan band gap sebesar 3,24 eV, pada variasi jumlah urea 0,3 mol band gap yang didapatkan sebesar 3,16 eV, dan pada variasi jumlah urea 0,5 mol band gap nya sebesar 3,52 eV. Penambahan urea sebagai doping dapat mempengaruhi nilai band gap pada film tipis, hal ini terjadi karena penambahan doping dapat merubah karakteristik suatu material. Doping berperan sebagai donor, di mana sebagian besar elektron dari donor akan bergerak masuk ke dalam pita konduksi. Semakin meningkat jumlah Urea yang diberikan, maka jumlah atom donor meningkat, sehingga band gap menurun. Namun, pada variasi jumlah urea 0,5 mol terjadi kenaikan band gap, Kemungkinan hal ini terjadi karena penambahan doping telah melampaui batas maksimum kemampuan urea sebagai doping (Riyani dkk. 2015). Berapa banyak cahaya yang tertangkap oleh suatu material tidak dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang masuk. Ini disebabkan oleh tidak adanya reaksi kimia atau proses fisik dalam bahan tersebut yang bisa disebabkan oleh cahaya yang datang (Tyas, 2017).

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis dari pengaruh variasi jumlah doping urea terhadap karakteristik film tipis ZnO/GO, dengan variasi doping urea sebesar 0.1 mol, 0.3 mol, dan 0.5 mol dengan metoda spin coating. Hasil XRD menunjukkan penambahan doping urea mempengaruhi struktur dan ukuran kristal, dengan ukuran kristal berturut-turut 40.52 nm, 21.17 nm, 48.53 nm dan struktur kristalin hexagonal, orthohombik, rhombohedral, dan tetragonal. Berikutnya adalah ketebalan film tipis yang didapatkan berturut-turut adalah 6,23  $\mu\text{m}$ , 7,34  $\mu\text{m}$ , dan 4,11  $\mu\text{m}$ , dimana film tipis dengan ketebalan terbesar pada variasi urea 0,3 mol. Hasil nilai energi band gap film tipis ZnO/Graphene Oxide dengan doping urea yaitu dari 3,24 eV; 3,16 eV dan 3,54 eV. Penambahan doping urea berpengaruh pada penurunan menunjukkan peningkatan apabila komposisi GO bertambah. Hasil ini menunjukkan bahwa pengaruh variasi jumlah doping urea pada film tipis ZnO/Graphene Oxide memiliki potensi sebagai katalis pada solar cell.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asy'ari, H., Rozaq, A., & Putra, F.S. (2014). Pemanfaatan solar cell dengan pln sebagai sumber energi listrik rumah tinggal. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Azhar, M., dkk (2024). *Chemically Processed Cdte Thin Films for Potential Applications In Solar Cells–Effect Of Cu Doping. Heliyon*, 10(3).
- Dahlan, Dahyunir. 2009. "Electrodeposition of Cu<sub>2</sub>O Particles by Using Electrolyte Solution Containing Glupone as Surfactant." 1(2), 18–20
- Hardeli, S., Riky, F. T., & Maulidis, S. R. (2013). Dye Sensitized Solar Cells (DSSC) Berbasis Nanopori Tio<sub>2</sub> Menggunakan Antosianin Dari Berbagai Sumber Alami. *Jurnal. Padang: FMIPA UNP*.

- Huda, A, Ichwani, R., Handoko, C. T., Yudono, B., Bustan, M. D., & Gulo, F. (2019). *Enhancing The Visible-Light Photoresponse of Sno And Sno2 Through The Heterostructure Formation Using One-Step Hydrothermal Route. Materials Letters, 238*, 264-266.
- Lavand, A.B. and Yuvraj, S.M., (2015), *Synthesis, Characterization and Visible Light Photocatalytic Activity of Nitrogen-doped Zinc Oxide Nanospheres*, *Journal of Asian Ceramic Societies*, 3, pp. 305-310.
- Lestari, Diah. (2011). *Preparasi Nanokomposit ZnO-TiO<sub>2</sub> Dengan Metode Sonokimia Serta Uji Aktivitannya Untuk Fotodegradasi Fenol*. Semarang: Universitas Negri Semarang.
- Li, J., et al. (2014). *The Preparation of Graphene Oxide and Its Derivatives and Their Application in Bio-Tribological Systems*. *Lubricants*, vol.2, 137-161.
- Muhlis, dkk. (2013). *Studi Penumbuhan Lapisan Tipis PZT dengan Metode Spin Coating*. FMIPA: Universitas Brawijaya.
- Mutiara, D., & Rais, A. (2021). *Analisa Sintesis Dan Karakterisasi Sifat Komposit ZnO-TiO<sub>2</sub> Menggunakan Metode Sol-Gel Sebagai Material Solar Cell (Doctoral dissertation, UNIMED)*.
- Paul, R., Gayen, R. N., Biswas, S., Bhat, S. V., & Bhunia, R. (2016). *Enhanced UV Detection By Transparent Graphene Oxide/ZnO Composite Thin Films*. *RSC advances*, 6(66), 61661-61672.
- Purwoto, B. H., Jatmiko, J., Fadilah, M. A., & Huda, I. F. (2018). *Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif*. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18(1), 10-14.
- Tyas. (2017). *Penentuan Band Gap dan Konduktivitas Bahan Semikonduktor Lapisan Tipis Sn(S<sub>0,8</sub>Te<sub>0,2</sub>) dan Sn(S<sub>0,6</sub>Te<sub>0,4</sub>) Hasil Preparasi dengan Teknik Evaporasi Termal*. Yogyakarta: Universitas Yogyakarta.
- Riyani, K., Setyaningtyas dan D, Dwiasih. (2015). *Pengolahan Limbah Batik Menggunakan Fotokatalis TiO<sub>2</sub>-Dopan-N dengan Bantuan Sinar Matahari*. Fakultas Sains dan Teknik. Universitas Jenderal Soedirman. Vol 2: 581-587
- Yeongae, K., Sangmin, L., Handong, C., Byungrak, P., Dongseob, K., & Woonbong, H. (2012). *Robust Superhydrophilic/Hydrophobic Surface Based on Self-Aggregated Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Nanowires by Single-Step Anodization and Self-Assembly Method*.