

Analisis Sifat Optik Nanokomposit Fe_3O_4 -Oksida Grafena Yang Disintesis Dari Limbah Tongkol Jagung

Vevi Veronica¹, Rahmat Hidayat², Yenni Darvina³, Fadhila Ulfa Jhora⁴

^{1,2,3}Program Studi Fisika, Universitas Negeri Padang
e-mail: veviveronica09@gmail.com

Abstrak

Perkembangan kehidupan manusia yang begitu pesat berdampak terhadap meningkatnya kebutuhan energi dan perlunya inovasi dalam mencari alternatif energi yang berkelanjutan. Salah satu inovasi yang telah dikembangkan adalah teknologi sel surya, yang dapat mengubah sinar matahari menjadi energi listrik. Namun, biaya produksi tinggi dari substrat atau elektroda transparan yang umumnya digunakan, seperti FTO (Fluorine-doped Tin Oxide) dan ITO (Indium Tin Oxide), menjadi kendala utama. Oleh karena itu, penelitian ini mengeksplorasi penggunaan oksida grafena sebagai alternatif bahan semikonduktor dalam pembuatan sel surya. Tongkol jagung mempunyai kandungan senyawa karbon yang dapat digunakan sebagai sumber biomassa oksida grafena untuk dijadikan material nanokomposit Fe_3O_4 – Oksida Grafena. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi terhadap karakteristik sifat optik nanokomposit Fe_3O_4 - oksida grafena yang disintesis dari bahan dasar tongkol jagung dengan menggunakan metode hummer modifikasi. Hasil yang diidentifikasi menggunakan UV-Vis mengukur nilai absorbansi, transmitansi, reflektansi dan energi gap dengan variasi komposisi 40%:60%, 30%:70% dan 20%:80%. Nilai energi celah pita yang didapat menurun seiring peningkatan jumlah magnetit (Fe_3O_4) dalam campuran yang menunjukkan bahwa nanokomposit Fe_3O_4 -Oksida Grafena bersifat semikonduktor, dengan nilai sebesar 3,39 eV (40%:60%), 3,62 eV (30%:70%), dan 3,94 eV (20%:80%).

Kata kunci: *Tongkol Jagung, Nanokomposit Fe_3O_4 -Oksida Grafena, Sifat Optik, UV-Vis, Energi Gap*

Abstract

The rapid development of human life has an impact on the increasing need for energy and the need for innovation in finding sustainable energy alternatives. One innovation that has been developed is solar cell technology, which can convert sunlight into electrical energy. However, the high production cost of commonly used transparent substrates or electrodes, such as FTO (Fluorine-doped Tin Oxide) and ITO (Indium Tin Oxide), is a major obstacle. Therefore, this research explores the use of graphene

oxide as an alternative semiconductor material in solar cell manufacturing. Corn cobs contain carbon compounds that can be used as a source of graphene oxide biomass to be made into Fe_3O_4 - Graphene oxide nanocomposite material. The purpose of this study was to determine the effect of composition variations on the characteristics of the optical properties of Fe_3O_4 - graphene oxide nanocomposites synthesized from corn cob base material using the modified hummer method. The results identified using UV-Vis measure the absorbance, transmittance, reflectance and energy gap values with a composition variation of 40%: 60%, 30%: 70% and 20%: 80%. The band gap energy values obtained decrease as the amount of magnetite (Fe_3O_4) in the mixture increases, indicating that the Fe_3O_4 -oxide graphene nanocomposite is semiconducting, with values of 3.39 eV (40%:60%), 3.62 eV (30%:70%), and 3.94 eV (20%:80%).

Keywords : *Corn Cob, Nanocomposite Fe_3O_4 -Graphene Oxide, Optical Properties, UV-Vis, Energy Gap*

PENDAHULUAN

Perkembangan kehidupan manusia telah menyebabkan peningkatan signifikan dalam kebutuhan energi. Karena sumber daya alam semakin terbatas akibat perkembangan teknologi yang pesat, dibutuhkannya suatu alternatif untuk memenuhi kebutuhan energi. Salah satu inovasi yang telah ditemukan adalah perangkat yang dapat mengubah cahaya matahari menjadi listrik, dikenal sebagai sel surya. Dalam proses pembuatan sel surya, terdapat dua jenis bahan semikonduktor transparan yang biasa digunakan sebagai substrat atau elektroda transparan, seperti FTO (Fluorine-doped Tin Oxide) dan ITO (Indium Tin Oxide). Namun, FTO dan ITO memiliki biaya produksi yang tinggi karena kebutuhan akan bahan baku yang mahal dan proses produksi yang rumit (Lalasari et al., 2015). Dalam mengatasi masalah ketergantungan pada bahan baku mahal seperti FTO dan ITO, solusi yang dapat diambil adalah menggunakan oksida grafena sebagai bahan semikonduktor dalam pembuatan sel surya.

Oksida grafena dijadikan sebagai alternatif dalam pembuatan sel surya karena memiliki konduktivitas listrik yang sangat baik. Hal ini memungkinkan oksida grafena berfungsi sebagai elektroda transparan yang efisien dalam mengalirkan arus listrik dari sel surya. Oksida grafena merupakan turunan grafena yang paling mudah disintesis yang memiliki gugus fungsional oksigen yang terpasang pada bidang dasar dan tepi lembarannya (Sjahriza & Herlambang, 2021). Oksida grafena terdiri dari karbon yang saling berikatan yang membentuk lapisan dua dimensi yang memiliki ketebalan yang sebanding dengan ukuran atom karbon. Oksida grafena bersifat hidrofilik, sehingga mengandung atom karbon hibrid sp^2 dan sp^3 dan bersifat isolator. Oksida Grafena terbentuk dengan mengoksidasi grafena melalui reaksi kimia yang menggantikan beberapa atom karbon pada struktur grafena dengan gugus oksigen seperti karbonil dan karboksil (Rohman, 2018). Oksida Grafena lebih cocok digunakan untuk aplikasi optik dan aplikasi yang melibatkan pelarut polar. Oksida Grafena dapat disintesis

menggunakan berbagai metode, seperti metode Hummers modifikasi. Dalam penelitian menggunakan metode Hummer Modifikasi ini, bahan yang dapat digunakan adalah karbon aktif.

Karbon aktif dapat didefinisikan sebagai bahan karbon dengan struktur amorf dan luas permukaan internal yang besar dengan tingkat prioritas yang tinggi. Karbon aktif juga dikenal sebagai arang aktif atau karbon aktif yang dicapai melalui proses aktivasi. Karbon aktif dapat digunakan dalam sistem penyaringan dan pemurnian untuk membersihkan bahan kimia, air, atau udara yang digunakan dalam tahap produksi, menjaga kualitas dan kebersihan lingkungan kerja. Selain itu, Karbon aktif dapat digunakan dalam komponen penyimpanan energi seperti baterai berbasis karbon aktif dan kapasitor super, yang membantu menyimpan dan mengoptimalkan penggunaan energi yang dihasilkan oleh panel surya (Lubis, 2017). Salah satu karbon aktif yang dapat digunakan untuk penggunaan energi yang dihasilkan oleh panel surya adalah karbon aktif yang terbuat dari tongkol jagung.

Tongkol jagung adalah salah satu limbah yang berlimpah yang saat ini masih digunakan sebagai bahan bakar dan masih banyak terbuang percuma sehingga pencemaran lingkungan meningkat (Bete et al., 2019). Menurut Amiruddin dkk(2016), Limbah tongkol jagung dapat digunakan sebagai bahan penelitian, dikarenakan bahwa tongkol jagung mempunyai kandungan senyawa karbon yang dapat digunakan sebagai sumber biomasa Oksida Grafena untuk dijadikan material nanokomposit Fe_3O_4 - Oksida Grafena.

Nanokomposit Fe_3O_4 - Oksida Grafena adalah proses penggabungan dua komponen utama, yaitu Fe_3O_4 (magnetit) dan oksida grafena. Sintesis komposit Fe_3O_4 - Oksida Grafena memiliki keterkaitan dengan sifat optik. Dengan kata lain, sintesis komposit Fe_3O_4 -Oksida Grafena memungkinkan pemanfaatan sifat optik untuk berbagai aplikasi yang melibatkan interaksi cahaya dengan material ini, yang menciptakan peluang baru dalam pengembangan teknologi optik seperti elektroda sel surya (Pebrina & Astuti, 2023).

Pada penelitian ini, material tongkol jagung digunakan untuk menghasilkan oksida grafena. Dan selanjutnya akan dikompositkan dengan magnetit Fe_3O_4 yang bertujuan untuk melihat pengaruh variasi komposisi Fe_3O_4 terhadap Oksida Grafena. kemudian akan dikarakterisasi menggunakan XRD untuk melihat ukuran kristal sampel, FTIR untuk melihat gugus fungsi yang terkandung pada sampel, dan sifat optiknya dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS. Dalam penelitian ini, data absorbansi UV-Vis berupa absorbansi dan panjang gelombang yang dikonversi menjadi data energi hc/λ dan $(ahc/\lambda)^2$. Kedua data ini kemudian di plot secara berturut-turut sebagai sumbu horizontal dan vertikal pada gambar. Kemudian bagian linear pada gambar diaproksimasi dengan menggunakan aproksimasi linear. Perpotongan garis linear yang menyinggung bagian linear kurva ini dengan sumbu horizontal (sumber energi) merupakan nilai celah pita energi material.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang menganalisis tentang Sifat Optik Nanokomposit Fe_3O_4 -Oksida Grafena. Sampel kemudian di karakterisasi menggunakan UV-Vis. Untuk persiapan pembuatan grafit diawali dengan membuat karbon dengan langkah awal yaitu dilakukannya pengikisan kulit ari pada tongkol jagung setelah itu tongkol jagung yang sudah dikikis dipotong kecil dan dijemur selama 3 hari untuk mengurangi kadar air pada tongkol jagung. Selanjutnya, untuk menghilangkan semua kadar air pada tongkol jagung dilakukan proses oven selama 60 menit dengan suhu 100°C . Tongkol jagung yang sudah di oven kemudian dibakar menggunakan furnace selama 120 menit dengan suhu 400°C . Agar terbentuknya bioarang. Bioarang tersebut dihaluskan menggunakan lumpang alu hingga menjadi bubuk dan setelah itu dilakukan proses pengayakan dengan ukuran 100 mesh. Tongkol jagung sebelum dan sesudah pembakaran dapat dilihat dari gambar 1.



(a)



(b)

Gambar 1. (a) Potongan tongkol jagung yang dikeringkan (b) potongan tongkol jagung yang telah di furnace

Langkah selanjutnya adalah aktivasi karbon, Menurut (Ikhsan & Ramli, 2020) bubuk NaOH 8 gr dilarutkan menggunakan aquades 100 mL dengan menggunakan labu ukur, setelah larutan homogen kemudian dicampurkan dengan bubuk karbon tongkol jagung sebanyak 8 gr ke dalam gelas ukur berukuran 250 mL, sehingga karbon terendam dalam larutan NaOH. Proses perendaman campuran ini selama 24 jam. Setelah perendaman selesai, terbentuk endapan karbon. Langkah selanjutnya, dilakukan penyaringan menggunakan kertas saring dan corong agar mempermudah proses penyaringan. Kertas saring dibasahi menggunakan aquades agar kertas saring menyerupai bentuk corong. Kemudian, larutan disaring sehingga terpisah larutan dengan karbon. Bubuk tongkol jagung yang telah disaring dipindahkan ke dalam cawan penguapan. Selanjutnya, serbuk tongkol jagung yang telah diaktivasi dikeringkan selama 3 jam pada suhu 105°C di dalam oven.

Tahap selanjutnya yaitu Oksida Grafena disintesis menggunakan metode Hummers modifikasi. Bubuk karbon aktif dari tongkol sebanyak 1,5 g dan NaNO_3 sebanyak 0,75 g dicampur dalam erlenmeyer 250 ml. Kemudian 34,5 mL H_2SO_4 98% ditambahkan ke dalam labu Erlenmeyer. Campuran kemudian stirrer selama 20 menit dalam ice bath pada 0°C hingga 5°C dengan kecepatan konstan 250 rpm. Setelah 20 menit, dilanjutkan stirrer selama 120 menit pada suhu dibawah 20°C . Tambahkan 4.5 g

KMnO₄ secara perlahan. Pisahkan Ice bath dari larutan dan di stirrer lagi selama 35 menit pada suhu dibawah 50°C sampai campuran berubah menjadi hijau tua. Setelah 35 menit, tambahkan aquades sebanyak 69 mL lalu di stirrer kembali selama 20 menit. Kemudian, tambahkan 100 mL aquades, 5 mL H₂O₂ dan 50 mL aquades ditetaskan secara perlahan menggunakan pipet tetes untuk menghentikan reaksi KMnO₄. Akhirnya, larutan akan berubah menjadi kuning yang menunjukkan keberadaan oksida grafena.

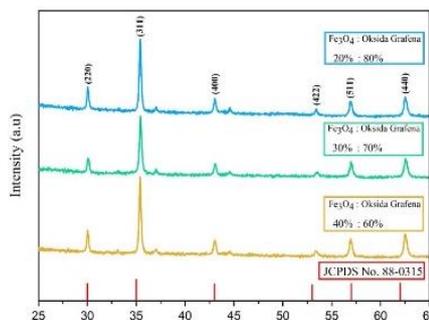
Setelah keberadaan oksida grafena terlihat, Menurut (Honorisal et al., 2020) larutan disonikasi menggunakan alat ultrasonik selama 120 menit untuk pengelupasan grafit menjadi grafena. Larutan yang telah disonikasi kemudian diendapkan selama 24 jam agar terbentuk fase padat dan cair. Dilanjutkan dengan sentrifugasi pada kecepatan 4000 rpm selama 15 menit untuk memisahkan fase padat dan cair. Proses sentrifugasi dilanjutkan dengan penetrasi manual oksida grafena, yaitu dengan mengendapkan bubuk oksida grafena dan mengganti aquades secara berulang hingga pH 7 (netral) tercapai. Endapan oksida grafena yang telah dinetralkan kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C selama 1 jam (Syakir et al., 2015).

Tahap sintesis komposit Fe₃O₄ - Oksida Grafena dimulai dengan mencampurkan keduanya dengan perbandingan 20% : 80%; 30% : 70%; 40% : 60%. Pencampuran keduanya dilakukan menggunakan ball mill dengan kecepatan 3000 rpm selama 3 menit (Supriyanto et al., 2018). Hal ini dilakukan tidak hanya untuk pencampuran, tetapi juga untuk tujuan menghaluskan (homogenisasi) ukuran partikel. Setelah terbentuknya Nanokomposit Fe₃O₄-Oksida Grafena, sampel di karakterisasi menggunakan Spektrofotometer UV-Vis untuk mengkaji sifat optik yaitu absorbansi, reflektansi, dan transmitansi material dalam rentang panjang gelombang ultraviolet.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi sampel yang telah dilakukan menggunakan XRD dengan variasi komposisi masing-masing datanya adalah 40%:60%, 30%:70%, dan 20%:80%. Kemudian data yang telah didapat dibandingkan dengan hasil XRD JCPDS No. 88-0315 (Rukman et al, 2019).

Pada komposisi 30% : 70% didapatkan 6 puncak dengan sudut 30.05 dengan



Gambar 2. Hasil Analisis XRD nanokomposit Fe₃O₄-oksida grafena pada variasi komposisi 40% : 60%; 30% : 70%; 20% : 80% dengan perbandingan hasil XRD JCPDS No. 88-0315

indeks millers puncak berkaitan dengan fasa (2 2 0), 35.44 dengan fasa (3 1 1), 43.05 dengan fasa (4 0 0), 53.48 dengan fasa (4 2 2), 56.99 dengan fasa (5 1 1) dan 62.56 dengan fasa (4 4 0). Parameter kisi rata-rata dengan kode 01-087-2334, 01-085-1673, 00-050-1085. Berdasarkan hasil pola difraktogram ini dapat digunakan sebagai cara untuk mengetahui rata-rata dari ukuran kristal menggunakan persamaan Scherer yang di dapat dari nilai puncak FWHM. Ukuran kristal yang dihitung dengan persamaan Shcherer yaitu 39,19 nm. Ukuran kristal dari masing-masing variasi komposisi dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Ukuran Kristal dari masing-masing komposisi

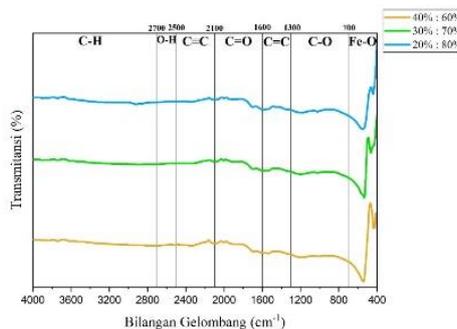
Komposisi Sampel	Ukuran Kristal (nm)
Fe ₃ O ₄ : Oksida grafena 40% : 60%	42. 93
Fe ₃ O ₄ : Oksida grafena 30% : 70%	39.19
Fe ₃ O ₄ : Oksida grafena 20% : 80%	45.32

Karakterisasi sampel yang telah dilakukan menggunakan FTIR dengan variasi komposisi masing-masing datanya adalah 40%:60%, 30%:70%, dan 20%:80%.

Pada gambar diatas dapat dilihat grafik Nanokomposit Fe₃O₄ - Oksida Grafena menggunakan FTIR untuk 3 variasi komposisi dapat dilihat adanya ikatan pada panjang gelombang dari rentang 2850 - 3100 cm⁻¹ menunjukkan adanya puncak ikatan C-H. Data ini termasuk dalam rentang gugus fungsi C-H pada Oksida Grafena yang menunjukkan bahwa adanya jenis senyawa Alkana, Alkena, Alkuna, Cincin Aromatik. Panjang gelombang dari rentang 2500 -2700 cm⁻¹ menunjukkan adanya puncak ikatan O-H. Data ini termasuk dalam rentang gugus fungsi O-H pada Oksida Grafena yang menunjukkan bahwa adanya jenis senyawa ikatan Hidrogen asam karboksilat. Panjang gelombang rentang 2100-2260 cm⁻¹ menunjukkan adanya ikatan puncak C≡C. Data ini termasuk dalam rentang gugus fungsi C≡C pada Oksida Grafena yang menunjukkan

Gambar 3. Hasil Analisis FTIR nanokomposit Fe₃O₄-oksida grafena pada variasi komposisi 40% : 60%; 30% : 70%; 20% : 80%

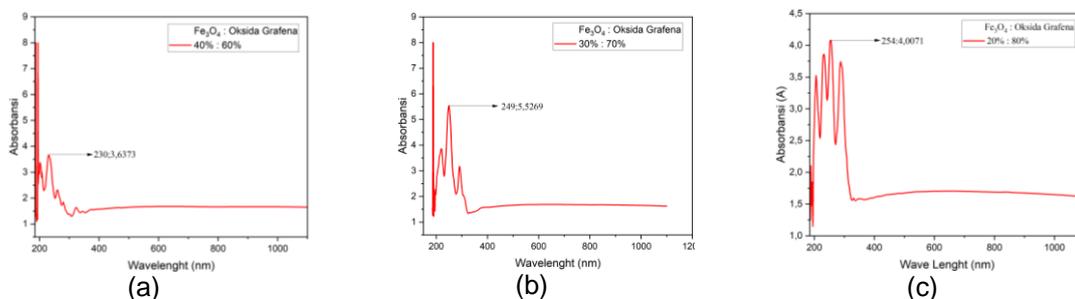
bahwa adanya jenis senyawa Alkuna. Panjang gelombang rentang 1690-1760 cm⁻¹



menunjukkan adanya ikatan puncak C=O. Data ini termasuk dalam rentang gugus fungsi C=O pada Oksida Grafena yang menunjukkan bahwa adanya jenis senyawa aldehida, keton, asam karboksilat, ester. Panjang gelombang rentang 1500 – 1680

cm^{-1} menunjukkan adanya ikatan puncak C=C. Data ini termasuk dalam rentang gugus fungsi C=C pada Oksida Grafena yang menunjukkan bahwa adanya jenis senyawa alkena dan cincin aromatik. Panjang gelombang rentang $1050 - 1300 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya ikatan puncak C-O. Data ini termasuk dalam rentang gugus fungsi C-O pada Oksida Grafena yang menunjukkan bahwa adanya jenis senyawa alkohol, eter, asam karborsilat, dan ester (Sari, 2021). Panjang gelombang rentang $400 - 700 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya ikatan puncak Fe-O (Alharbi & Guirguis, 2019).

Analisis Sifat Optik Nanokomposit Fe_3O_4 - Oksida Grafena yang Disintesis dari Limbah Tongkol Jagung didapatkan nilai absorbansi, reflektansi, dan transmitansi dengan panjang gelombang. Hasil karakterisasi Nanokomposit Fe_3O_4 - Oksida grafena pada variasi 40% : 60%, 30% : 70% dan 20% : 80% menggunakan UV-Vis. Hubungan panjang gelombang dengan absorbansi dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. (a) Panjang gelombang dan absorbansi 40% : 60%, (b) Panjang gelombang dan absorbansi 30% : 70%, (c) Panjang gelombang dan absorbansi 20% : 80%,

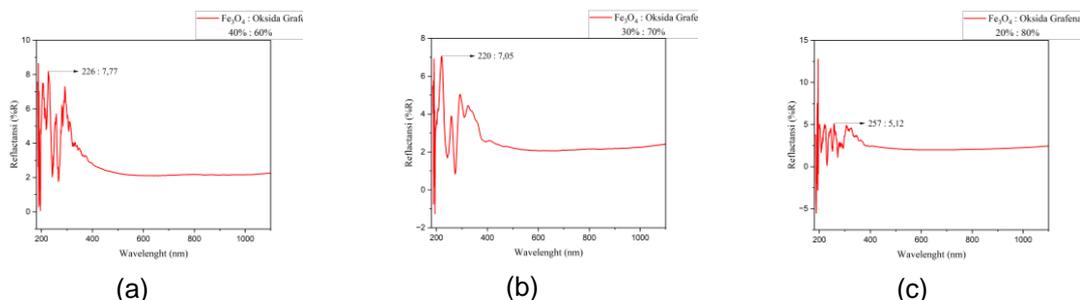
Rincian nilai panjang gelombang dan absorbansi yang dihasilkan pada setiap sampel berdasarkan hasil spektrum UV-Vis disajikan dalam tabel 2 berikut.

Tabel 2. Spektrum UV-Vis Absorbansi

Komposisi	Panjang gelombang (nm)	Absorbansi
Fe_3O_4 : Oksida grafena 40% : 60%	230	3.63
Fe_3O_4 : Oksida grafena 30% : 70%	249	5.52
Fe_3O_4 : Oksida grafena 20% : 80%	254	4.00

Hasil analisis UV-Vis pada variasi komposisi Fe_3O_4 : oksida grafena dengan persentase 40% : 60%, 30% : 70%, 20% : 80%. Nilai puncak maksimal absorbansi yang didapat sebesar 3,63 ; 5,52 ; 4,00 dengan panjang gelombang masing-masing 230 nm, 249 nm dan 254 nm. Berdasarkan data hasil pengukuran absorbansi dapat dilihat bahwa dengan bertambahnya panjang gelombang maka spektrum absorbansi akan semakin kecil. Ini sesuai dengan (Elmas et al., 2012) yang mengatakan bahwa absorbansi akan berkurang saat panjang gelombang semakin besar, atau sebaliknya absorbansi akan bertambah bila panjang gelombangnya berkurang.

Hasil karakterisasi Nanokomposit Fe₃O₄-Oksida Grafena pada variasi 40% : 60%, 30% : 70% dan 20% : 80% menggunakan UV-Vis. Hubungan panjang gelombang dengan reflektansi dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 5. (a) Panjang gelombang dan reflektansi 40% : 60%, (b) Panjang gelombang dan reflektansi 30% : 70%, (c) Panjang gelombang dan reflektansi 20% : 80%.

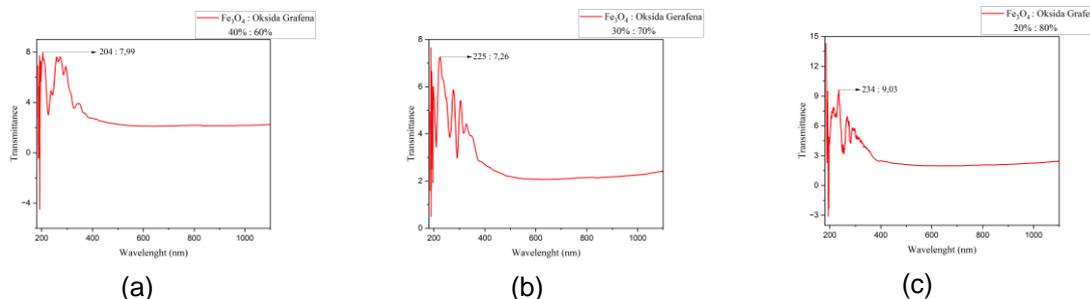
Rincian nilai panjang gelombang dan reflektansi yang dihasilkan pada setiap sampel berdasarkan hasil spektrum UV-Vis disajikan dalam tabel 3 berikut.

Tabel 3. Spektrum UV-Vis dan Reflektansi

Komposisi	Panjang gelombang (nm)	Reflektansi (%)
Fe ₃ O ₄ : Oksida grafena 40% : 60%	226	7.77
Fe ₃ O ₄ : Oksida grafena 30% : 70%	220	7.05
Fe ₃ O ₄ : Oksida grafena 20% : 80%	257	5.12

Hasil analisis UV-Vis pada variasi komposisi Fe₃O₄ : oksida grafena dengan persentase 40% : 60%, 30% : 70%, 20% : 80%. Nilai puncak maksimal reflektansi yang didapat sebesar 7,77% ; 7,05% ; 5,12% dengan panjang gelombang masing-masing 226 nm, 220 nm dan 257 nm. Berdasarkan hasil analisis UV-Vis ditemukan bahwa nilai reflektansi meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi Fe₃O₄. Fe₃O₄ memiliki kemampuan penyerapan cahaya yang lebih tinggi dibandingkan oksida grafena dalam rentang UV-Vis. Ketika konsentrasi Fe₃O₄ meningkat, proporsi dari bahan yang memiliki kemampuan penyerapan cahaya yang tinggi ini juga meningkat. Akibatnya, lebih sedikit cahaya yang mencapai permukaan material dan lebih banyak yang diserap, menyebabkan nilai reflektansi meningkat.

Hasil karakterisasi Nanokomposit Fe₃O₄-Oksida Grafena pada variasi 40% : 60%, 30% : 70% dan 20% : 80% menggunakan UV-Vis. Hubungan panjang gelombang dengan transmiansi dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



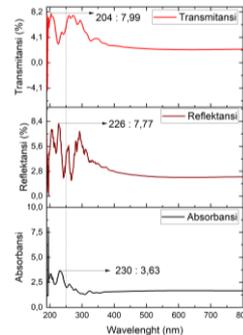
Gambar 6. (a) Panjang gelombang dan transmitansi 40% : 60%, (b) Panjang gelombang dan transmitansi 30% : 70%, (c) Panjang gelombang dan transmitansi 20% : 80%.

Rincian nilai panjang gelombang dan transmitansi yang dihasilkan pada setiap sampel berdasarkan hasil spektrum UV-Vis disajikan dalam tabel 4 berikut.

Tabel 4. Spektrum UV-Vis dan Transmitansi

Komposisi	Panjang gelombang (nm)	Absorbansi
Fe ₃ O ₄ : Oksida grafena 40% : 60%	204	7.99
Fe ₃ O ₄ : Oksida grafena 30% : 70%	225	7.26
Fe ₃ O ₄ : Oksida grafena 20% : 80%	257	5.12

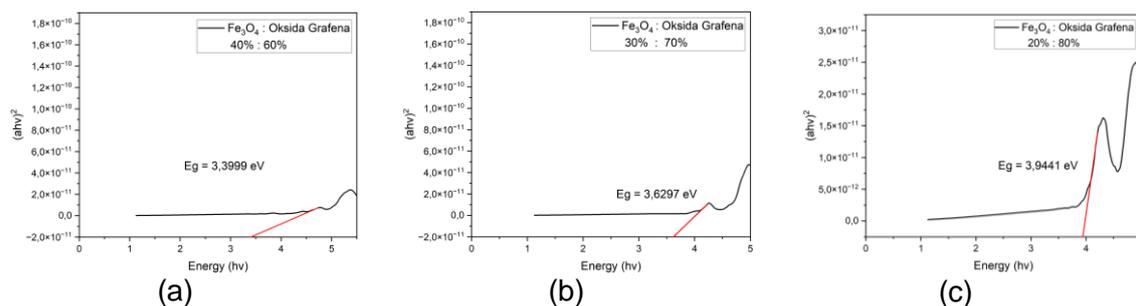
Hasil analisis UV-Vis pada variasi komposisi Fe₃O₄ : oksida grafena dengan persentase 40% : 60%, 30% : 70%, 20% : 80%. Nilai puncak maksimal transmitansi yang didapat 7,99% ; 7,26% ; 5,12% berturut-turut dengan panjang gelombang masing-masingnya 204 nm, 225 nm, dan 257 nm. Berdasarkan hasil analisis UV-Vis ditemukan bahwa nilai transmitansi meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi Fe₃O₄. Dengan penambahan konsentrasi Fe₃O₄ dalam oksida grafena dapat mengakibatkan proporsi oksida grafena menjadi berkurang. Oksida grafena memiliki peran penting dalam menyerap cahaya. Ketika jumlahnya berkurang, kemampuan oksida grafena untuk menyerap cahaya juga turut berkurang karena banyak cahaya yang dapat melewati sampel sehingga nilai transmitansi meningkat. Berdasarkan dari penjelasan diatas dilakukan penggabungan grafik antara absorbansi, reflektansi, dan transmitansi pada satu variasi komposisi yaitu 40%:60% pada gambar dibawah ini



Gambar 7. Grafik gabungan absorbansi, reflektansi dan transmitansi komposisi 40% : 60%

Karakterisasi sampel menggunakan alat UV-Vis dengan rentang panjang gelombang 200-260 nm. Sinar UV yang mengenai sampel akan terbagi menjadi tiga bagian yaitu cahaya diserap, dipantulkan dan diteruskan. Dari penggabungan grafik absorbansi, reflektansi, dan transmitansi pada salah satu komposisi yaitu 40%:60% menghasilkan nilai maksimum absorbansi 3,63. Cahaya yang dipantulkan sebesar 7,77% dan cahaya yang diteruskan sebesar 7,99%. Berdasarkan hasil yang didapat 84,24% cahaya diserap oleh sampel.

Karakterisasi menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis ini akan menunjukkan hasil berupa nilai absorbansi dari sampel sesuai dengan rentang panjang gelombang yang digunakan, lalu dilakukan perhitungan nilai energi celah pita menggunakan metode tauc plot dengan memanfaatkan data dari spektrum UV-Vis yang di dapatkan. Penentuan nilai energi celah pita dapat dilakukan pada grafik linear hubungan antara E (eV) sumbu-x dan $(\alpha h\nu)^2$ sumbu-y melalui aplikasi origin. Berikut gambar kurva tauc plot yang terbentuk dari hasil perhitungan.



Gambar 8. (a) Kurva analisis UV-Vis 40% : 60%, (b) Kurva analisis UV-Vis 30% : 70%, (c) Kurva analisis UV-Vis 20% : 80%

Rincian nilai celah pita yang dihasilkan dari kurva tauc plot dapat dilihat pada Tabel 5 berikut

Tabel 5. Energi Celah Pita

Komposisi Sampel	Energi celah pita (eV)
Fe ₃ O ₄ : Oksida grafena 40% : 60%	3.39
Fe ₃ O ₄ : Oksida grafena 30% : 70%	3.62
Fe ₃ O ₄ : Oksida grafena 20% : 80%	3.94

Berdasarkan hasil perhitungan analisis, terlihat bahwa nilai energi celah pita nanokomposit Fe₃O₄-oksida grafena menurun seiring peningkatan jumlah magnetit (Fe₃O₄) dalam campuran, dengan nilai masing-masing sebesar 3,39 eV (40%:60%), 3,62 eV (30%:70%), dan 3,94 eV (20%:80%). Pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Safira (2022) nilai energi celah pita yang di dapat pada Oksida Grafena dari bambu petung dengan suhu pembakaran 400° yaitu 4,44 eV. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan magnetit mempengaruhi nilai energi celah pita nanokomposit yang menjadi semakin kecil. Dari pernyataan tersebut, dapat disimpulkan bahwa nanokomposit Fe₃O₄-oksida grafena menunjukkan sifat semikonduktor. Hal ini dapat diinterpretasikan dari perubahan nilai energi celah pita (band gap energy) yang terjadi seiring dengan perubahan komposisi Fe₃O₄ dan oksida grafena dalam nanokomposit.

SIMPULAN

Penelitian ini mengeksplorasi karakteristik nanokomposit Fe₃O₄-oksida grafena dengan variasi komposisi, yakni 40%:60%, 30%:70%, dan 20%:80%, melalui analisis pola difraksi sinar-X (XRD), spektroskopi FTIR, dan spektrofotometer UV-Vis. Hasil analisis XRD menunjukkan bahwa variasi komposisi mempengaruhi struktur kristal nanokomposit namun tidak signifikan, terlihat dari perubahan ukuran rata-rata kristal pada masing-masing komposisi. Pengamatan FTIR mengidentifikasi perubahan pada ikatan kimia tertentu, sesuai dengan variasi komposisi. Sementara itu, analisis spektrofotometer UV-Vis menghasilkan informasi tentang perubahan panjang gelombang dan absorbansi, reflektansi, serta transmitansi pada setiap variasi komposisi. Selanjutnya, analisis nilai energi celah pita nanokomposit menggunakan metode tauc plot menunjukkan penurunan energi celah pita seiring dengan peningkatan kandungan magnetit (Fe₃O₄) dalam oksida grafena, dengan perolehan nilai yang berbeda pada komposisi 40%:60%, 30%:70%, dan 20%:80%. Kesimpulan yang dapat ditarik adalah bahwa penambahan magnetit memberikan pengaruh pada sifat optik nanokomposit, khususnya nilai energi celah pita, yang menunjukkan potensi pengaplikasiannya sebagai piranti semikonduktor untuk panel surya.

DAFTAR PUSTAKA

Alharbi, N. D., & Guirguis, O. W. (2019). Macrostructure and optical studies of hydroxypropyl cellulose in pure and Nano-composites forms. Elsevier, 15, 1–4. <https://doi.org/10.1016/j.rinp.2019.102637>

- Amiruddin, H., Zakir, M., & Taba, P. (2016). Modifikasi Permukaan Karbon Aktif Tongkol Jagung (Zea mays) Dengan HNO₃, H₂SO₄, Dan H₂O₂ Sebagai Bahan Elektroda Superkapasitor. Universitas Hasanuddin.
- Bete, Y. I., Bukit, M., Johannes, A. Z., & Pingak, R. K. (2019). Kajian Awal Sifat Optik Graphene Oxide Berbahan Dasar Arang Tongkol Jagung Yang Disintesis Dengan Metode Liquid Phase Expoliation (LPE). 4(2), 2657–1900.
- Elmas, S., Ozcan, S., Ozder, S., & Bilgin, V. (2012). Influence of Annealing Temperature on the Electrical and Optical Properties of CdS Thin Films (Vol. 121).
- Honorisal, M. B. P., Huda, N., Partuti, T., & Sholehah, A. (2020). Sintesis dan karakterisasi grafena oksida dari tempurung kelapa dengan metode sonikasi dan hidrotermal. Jurnal Sains Dan Teknologi, 16(1), 1–10.
- Ikhsan, M., & Ramli, R. (2020). Measurements and analysis of crystal structures of activated carbon of empty fruit bunch from oil palm biomass waste. Journal of Physics: Conference Series, 1528(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1528/1/012031>
- Lalasari, L. H., Arini, T., Yuwono, H., & Firdiyono, F. (2015). Pengaruh Pencampuran Dan Rasio Dopan/Prekursor Dalam Pembuatan Lapisan Tipis Fluorine Doped Tin Oxide (FTO) Berbasis Timah (II) Klorida. Ejournal Metalurgi, 3, 105–114. www.ejournalmaterialmetalurgi.com
- Lubis, R. U. (2017). Sintesis dan Karakterisasi Pertumbuhan Nanopartikel ZnO dengan Metode SOL-GEL. Jurnal Paidagogeo, 2(3), 72–80.
- Pebrina, D., & Astuti. (2023). Sintesis dan Karakterisasi Sifat Optik Nanokomposit Fe₃O₄@ZnO:C. Jurnal Fisika Unand, 12(2), 297–302. <https://doi.org/10.25077/jfu.12.2.297-302.2023>
- Rohman, M. N. (2018). Pengaruh Variasi Lama Pengeringan Dan Volume Larutan Graphene Oxide Berbahan Dasar Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Dan Porositas Bata Ringan Jenis Cellular Lightweigt Concrete. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Rukman, N. K., Jannatin, M., Supriyanto, G., Fahmi, M. Z., & Ibrahim, W. A. W. (2019). GO-Fe₃O₄ Nanocomposite from coconut shell: Synthesis and characterization. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 217(1), 3–5. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/217/1/012008>
- Safira, I. (2022). Analisis Sifat Optik Oksida Grafena Dari Bahan Bambu Petung (Dendrocalamus asper) Yang Disintesis Dengan Metode Hummer Modifikasi. Universitas Negeri Padang.
- Sari, D. A. (2021). Sintesis Selulosa Asetat dari Selulosa Rumput Teki (Cyperus rotundus L). Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
- Sjahriza, A., & Herlambang, S. (2021). Sintesis Oksida Grafena Dari Arang Tempurung Kelapa Untuk Aplikasi Antibakteri Dan Antioksidan. Jurnal Ilmu Kimia Dan Terapan, 8(2), 51–58.
- Supriyanto, G., Rukman, N. K., Khoiron Nisa, A., Jannatin, M., Piere, B., Zakki Fahmi, M., & Septya Kusuma, H. (2018). Biomass graphene oxide. BioResources, 13(3), 4832–4840.
- Syakir, N., Nurlina, R., Anam, S., Aprilia, A., Hidayat, S., & Fitrilawati. (2015). Kajian Pembuatan Oksida Grafit untuk Produksi Oksida Grafena dalam Jumlah Besar Kajian Pembuatan Oksida Grafit untuk Produksi Oksida Grafena dalam Jumlah Besar. 55, 26–29.