



Pengaruh Penambahan Variasi KJ-CTAB Terhadap Karakteristik ZnO/KJ-CTAB yang Disintesis Menggunakan Metode Impregnasi Basah

[Effect of Adding KJ-CTAB Variations Towards Characteristics of Synthesized ZnO/KJ-CTAB Using Wet Impregnation Method]

Azzalina Nur Alviana¹, Aulia Dewi Rosanti², Rizky Arief Shobirin², Fahmi Hidayat²✉

¹Mahasiswa Program Studi Sarjana Kimia, Departemen Kimia, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Kediri, Kediri 64128, Indonesia

²Departemen Kimia, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Kediri, Kediri 64128, Indonesia

Abstract. Semiconductor photocatalysts have great potential in solving environmental problems. The photocatalyst process using a semiconductor is one of the technology to oxidize organic compounds such as dyes. Orange peel (KJ) is one of the adsorbents that have the potential for purification of dyes that increase the photocatalytic activity of ZnO material. This study aims to determine the optimum variation of KJ-CTAB to be added to ZnO material. The results of the synthesis of ZnO/KJ-CTAB varasis 1:25, 2:25, and 3:25 (w/v) using the wet impregnation method were characterized on IR, XRD, SEM, DR-UV, and BET instruments. The results showed that FTIR also showed the presence of ZnO bonds in all samples, C-H in samples varied from 1:25, 2:25, and 3:25 (w/v). The XRD results showed that the percentage of crystallinity decreased and the SEM results showed that ZnO/KJ-CTAB 1:25 had a more homogeneous morphology. Based on the results of DR-UV ZnO/KJ-CTAB 1: 25 (w/v) has a band gap energy value of 3.20 eV which is good for use in photocatalyst processes. BET results show that all samples belong to the mesoporous size.

Keywords: KJ, KJ-CTAB, ZnO/KJ-CTAB

Abstrak. Fotokatalis semikonduktor memiliki potensi besar dalam memecahkan persoalan lingkungan. Proses fotokatalis memakai semikonduktor salah satu teknologi untuk mengoksidasi senyawa organik seperti zat pewarna. Kulit jeruk (KJ) merupakan salah satu adsorben yang memiliki potensial untuk pemurnian zat warna yang meningkatkan aktivitas fotokatalitik pada material ZnO. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi KJ-CTAB yang optimum untuk ditambahkan ke material ZnO. Hasil dari sistesis varasis ZnO/KJ-CTAB 1:25, 2:25 dan 3:25 (b/v) menggunakan metode impregnasi basah di karakterisasi pada instrument IR, XRD,SEM,DR-UV dan BET. Hasil penelitian menunjukkan bahwa FTIR juga menunjukkan adanya ikatan ZnO pada semua sampel, C-H pada sampel bervariasi 1:25, 2:25 dan 3:25(b/v). Hasil XRD menunjukkan bahwa persentase kristanilitas mengalami penurunan dan hasil SEM menunjukkan bahwa ZnO/KJ-CTAB 1: 25 (b/v) memiliki morfologi yang lebih homogen. Berdasarkan hasil DR-UV ZnO/KJ-CTAB 1: 25 (b/v) mempunyai nilai energi celah pita sebesar 3,20 eV yang baik digunakan pada proses fotokatalis. Hasil BET menunjukkan bahwa semua sampel mempunyai ukuran dalam range 2-50 nm yang membuktikan bahwa semua sampel termasuk dalam material mesopori.

Kata kunci: KJ, KJ-CTAB, ZnO/KJ-CTAB

Diterima: 26 September 2022, Disetujui: 6 Februari 2023

Sitasi: Alviana, A.N., Rosanti, A.D., Shobirin, R.A., dan Hidayat, F. (2023). Pengaruh Penambahan Variasi KJ-CTAB Terhadap Karakteristik ZnO/KJ-CTAB yang Disintesis Menggunakan Metode Impregnasi Basah. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 9(1): 13-22.

✉ Corresponding author

E-mail: fahmihidayat@rocketmail.com

<https://doi.org/10.22487/kovalen.2023.v9.i1.16036>



LATAR BELAKANG

Beberapa tahun terakhir ini, fotokatalis semikonduktor memiliki potensi besar dalam memecahkan persoalan lingkungan. Salah satu metode untuk mengoksidasi senyawa organik yang salah satunya adalah zat pewarna yaitu dengan menggunakan proses fotokatalisis. Zat pewarna mempunyai sifat sulit didegradasi sehingga apabila dibuang ke sistem perairan akan merusak semua ekosistem. Oleh karena itu, diperlukan proses fotokatalis dalam mengelola limbah zat pewarna ini sebelum dibuang ke pengairan. Bahan fotokatalis yang banyak digunakan ialah zink oksida (ZnO). ZnO mempunyai efisiensi fotokatalis lebih tinggi dari bahan semikonduktor lainnya karena proses penyerapan sinar (Surono & Sutanto, 2014).

ZnO suatu senyawa semikonduktor yang banyak dipergunakan menjadi katalis dengan aktivitas fotokatalitik yang cukup tinggi, tidak beracun, dan mudah diperoleh. Untuk meningkatkan aktivitas fotokatalitiknya, maka perlu dilakukan berbagai modifikasi proses pembuatan, seperti pengaturan kondisi secara optimal (suhu dan pH), penambahan zat pengompleks, dan pemanasan (Sitepu *et al.*, 2016).

Peningkatan kinerja asal ZnO umumnya dilakukan melalui pendopongan menggunakan senyawa-senyawa organik serta anorganik. Penggunaan komposit dengan memanfaatkan bahan organik yang dapat digunakan sebagai pendoping untuk meningkatkan aktivitas fotokatalitik adalah limbah pertanian kulit buah jeruk. Pada kulit buah jeruk terdapat bahan aktif yaitu pektin yang mempunyai peranan penting sebagai pengikat. Bahan aktif pektin ini memiliki

gugus aktif karbositat yang dapat membentuk senyawa yang tidak bisa larut dalam air dengan mengikat logamnya (Suryaningtyas *et al.*, 2016).

Permukaan kulit jeruk dapat dimodifikasi dengan bahan lain, dimana surfaktan sebagai senyawa aktif yang dapat menurunkan tegangan permukaan dan memiliki sifat bipolar. CTAB (*Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide*, $C_{19}H_{42}NBr$) merupakan salah satu surfaktan yang sering digunakan pada proses degradasi zat pewarna, yang mana larutan CTAB terionisasi menjadi CTA^+ dan Br^- . Pada surfaktan CTAB terdapat gugus setil ($C_{16}H_{33}-$) yang bersifat hidrofobik pada bagian ekornya serta gugus trimetil amonium bromida ($-N(CH_3)_3^+Cl^-$) pada bagian kepala yang bersifat hidrofilik (Rahmawati & Saleh, 2014; Asyiqin Anas *et al.*, 2020).

Terdapat macam-macam metode preparasi sebagai penempatan fasa aktif logam ke dalam *support*. Selektivitas serta aktivitas pada material sangat bergantung pada metode preparasi dan karakteristik dari *support*. Metode impregnasi dipilih sebab proses sintesisnya lebih praktis, keberhasilan proses lebih besar, serta menghasilkan limbah yang sedikit. Metode impregnasi mempunyai prinsip dasar yaitu dengan memasukan katalis logam secara paksa ke dalam pori-pori *support* (Satatariksa, 2018). Maka dari itu, dalam penelitian ini ZnO diimpregnasi dengan kulit jeruk dan dilakukan variasi konsentrasi surfaktan CTAB dengan metode impregnasi basah untuk mengkaji karakteristik material ZnO/KJ-CTAB yang berpotensi sebagai material fotokatalis zat pewarna.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit jeruk medan (KJ) (*Citrus reticulata*), aqua demineralisasi (Aqua DM) (Bratachem), Zn-asetat (Emsure ACS Supelco), NaOH (Merck), aseton (Merck), kertas whattman, aluminium foil (Heaty Duti), Cetyltrimethylammonium Bromide (CTAB) (Merck), metil jingga (Merck 64271).

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat gelas laboratorium (Merck Pyrex), magnetic stirrer (Merck Thermo Scientific), ayakan (Standart Test Sieve 60 Mesh), mortal, timbangan analitik (Us Solid Electronic Precision Balance), centrifuge (800 electric centrifuge), oven (Mettler), furnace (Thermolyne), Spektrofotometer Inframerah (FTIR) 8601PC, Difraktometer Sinar-X (XRD) (Bruker D2-Phaser), Spektrofotometer Ultra Violet-Sinar Tampak (UV-Vis) (T70 PG Instrumen Ltd.), Scanning Electron Microscopy (SEM) (Phenom Pro-X), BET (Brunauer-Emmett-Teller) (Quantachrome Novatouch LX-4) dan Visible Diffuse Reflectance Spectroscopic-UV (DR-UV) (Shimadzu UV – 2450).

Prosedur Penelitian

Preparasi kulit jeruk (KJ)

KJ dicuci sampai bersih kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari selama 2 hari. KJ yang sudah kering di hancurkan menggunakan blender hingga halus. Setelah itu, serbuk KJ yang sudah jadi di ayak menggunakan ayakan 60 mesh hingga dihasilkan serbuk halus.

Modifikasi KJ-CTAB

Sebanyak 5 gram KJ direndam didalam 100 mL larutan CTAB 1% (b/v) selama 24 jam,

kemudian larutan campuran disaring vakum. Endapan yang didapatkan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 75°C selama 8 jam. Endapan yang kering dihasilkan selanjutnya ditumbuk hingga halus dan di ayak menggunakan ayakan 60 mesh sehingga diperoleh serbuk halus (Rosanti, 2022).

Sintesis ZnO melalui metode presipitasi

Larutan Zn-asetat 0,1 M dibuat, kemudian ditambahkan NaOH 0,1 M hingga mencapai pH 12 pada suhu 60 °C dan diaduk dengan kecepatan 2.000 rpm selama 1 jam. Setelah itu larutan yang didapatkan didiamkan dalam suhu ruang selama 24 jam. Setelah didiamkan, sampel tersebut di sentrifuge dengan kecepatan 3000 rppm selama 30 menit. Kemudian disaring menggunakan bunchner hingga diperoleh padat. Padatan yang diperoleh dicuci dengan aseton 100 mL. Kemudian padatan dipanaskan pada suhu 75 °C selama 6 jam. Padatan yang telah kering digerus hingga halus kemudian dikalsinasi selama 4 jam pada suhu 450 °C hingga diperoleh serbuk halus berwarna putih (Rosanti et al., 2022).

Sintesis ZnO/KJ-CTAB melalui metode impregnasi

Metode sintesis mengacu pada penelitian (Rosanti et al., 2022) dengan modifikasi. Serbuk KJ-CTAB ditambahkan larutan Zn-asetat 0,1 M masing-masing dengan perbandingan 1:25 (b/v), 2:25 (b/v) dan 3:25 (b/v), kemudian diaduk dengan kecepatan 2.000 rpm selama 1 jam. Larutan campuran tersebut selanjutnya ditambahkan NaOH 0,1 M hingga mencapai pH 12 pada suhu 60 °C dan diaduk dengan kecepatan 2.000 rpm selama 1 jam. Setelah itu larutan yang didapatkan didiamkan dalam suhu ruang selama 24 jam. Setelah didiamkan, sampel tersebut

disentrifuge dengan kecepatan 3000 rpm selama 30 menit. Kemudian disaring menggunakan bunchner hingga diperoleh padatan. Padatan yang diperoleh dicuci dengan acetone 100 mL. Kemudian padatan dioven pada suhu 75 °C selama 6 jam. Padatan yang telah kering digerus hingga halus kemudian dikalsinasi selama 4 jam pada suhu 450 °C hingga diperoleh serbuk halus berwarna putih.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Penambahan KJ-CTAB pada Material ZnO Terhadap Karakter Spektrum Inframerah

Analisis menggunakan FTIR diperlukan untuk mengetahui keberadaan gugus-gugus fungsi di dalam struktur senyawa yang diidentifikasi. Gambar 1 menunjukkan hasil analisis FTIR material ZnO dan material ZnO/KJ-CTAB dengan variasi 1:25 (b/v), 2:25 (b/v), 3:25 (b/v).

Komposit ZnO/KJ-CTAB telah berhasil disintesis yang ditunjukkan dengan adanya pita serapan pada bilangan gelombang berkisar antara 400-500 cm^{-1} diidentifikasi sebagai daerah vibrasi ulur dari struktur kristal heksagonal Zn-O (Sitepu et al., 2016). Hal ini didukung dengan data analisis dari XRD (Tabel 1) yang menunjukkan adanya kristal heksagonal ZnO dengan struktur *wurzite*. Proses kalsinasi pada pembentukan ZnO dari komposit ZnO/KJ-CTAB telah berlangsung dengan sempurna. Hal ini ditunjukkan dengan tidak ditemukannya pita serapan CTAB sekitar 2918,41 dan 2848,08 cm^{-1} yang merupakan vibrasi ulur simetri dan asimetri dari gugus CH_2 (*CTAB-assisted hydrothermal synthesis of tungsten oxide microflowers*) serta 1479,87 cm^{-1} yang

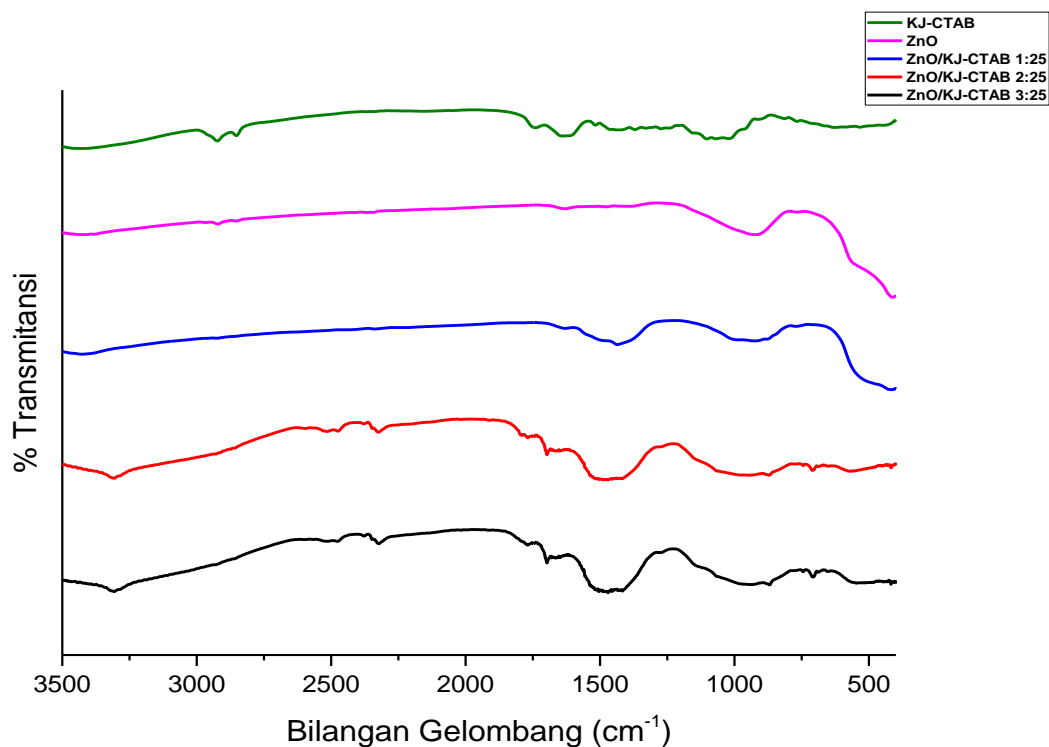
menyatakan vibrasi tekuk gugus N-C pada CTAB (Febiyanti et al., 2013).

Pengaruh Penambahan KJ-CTAB pada Material ZnO Terhadap Karakter XRD

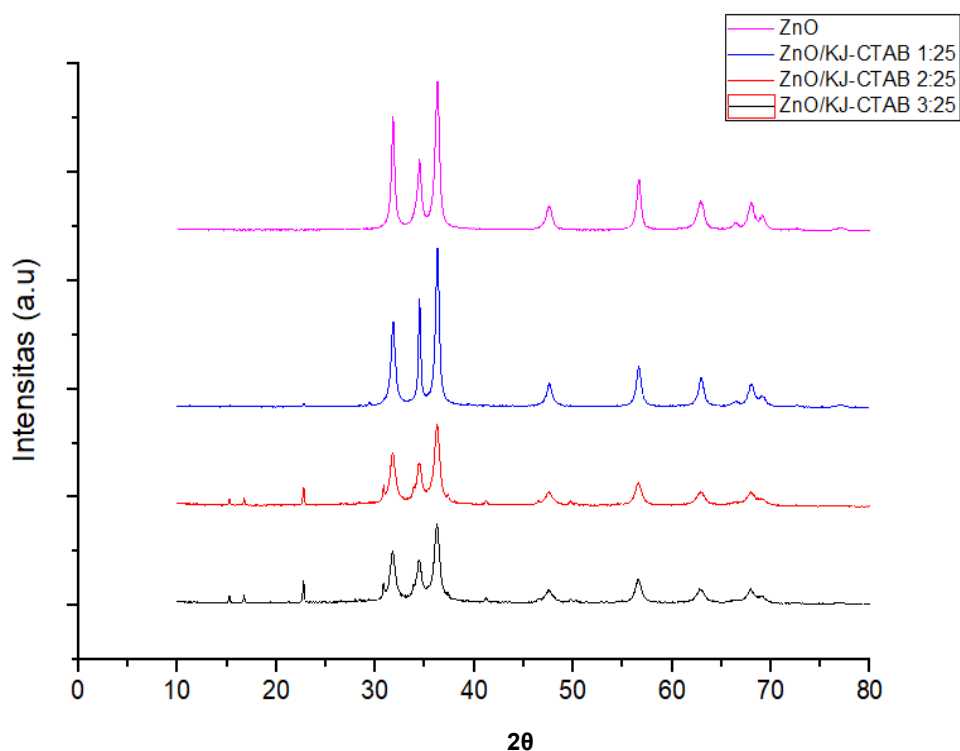
Karakterisasi menggunakan XRD mempunyai fungsi untuk mengetahui karakteristik fasa struktur ZnO dan variasi ZnO/KJ-CTAB. Hasil pola difraktogram XRD yang didapat, selanjutnya dibandingkan dengan JCPDS (*Joint Committee on Powder Diffraction Standard*). Berdasarkan pola difraksi XRD yang ditunjukkan pada Gambar 2, dapat dilihat bahwa antara puncak standar variasi ZnO/KJ-CTAB memiliki kesamaan pola difraktogram.

Pada Tabel 1 dapat dilihat dari data Difraktogram yang diperoleh bahwa adanya penambahan KJ-CTAB tidak mengubah kisi kristal dari ZnO dan dilihat menggunakan program Match! diketahui bahwa struktur kristal ZnO berbentuk heksagonal dan mempunyai bentuk struktur kristal yang sama yaitu berbentuk *wurzite*.

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa pada ZnO, serta pada variasi ZnO/KJ-CTAB 1:25 (b/v), ZnO/KJ-CTAB 2:25 (b/v), ZnO/KJ-CTAB 3:25 (b/v) memiliki pola difraksi yang mirip, terutama pada kisi [100], [002], dan [101] yang berturut-turut pada sudut difraksi $\sim 31^\circ$, $\sim 34^\circ$, dan $\sim 36^\circ$ yang mana sesuai dengan acuan standar JCPDS #36-1451 (Chauhan et al., 2017). Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa dengan penambahan KJ-CTAB ke dalam ZnO tidak merubah struktur ZnO, namun dapat menyebabkan kristalinitas menurun. Penurunan kristalinitas tersebut menyebabkan luas permukaan partikel meningkat.



Gambar 1. Spektra Inframerah ZnO dan KJ-CTAB/ZnO dengan variasi: ZnO, KJ- CTAB, ZnO/KJ-CTAB 1 :25 (b/v);2:25 (b/v);3: 25 (b/v)



Gambar 2. Difraktogram XRD ZnO dan ZnO/KJ-CTAB dengan variasi ZnO, ZnO/KJ-CTAB 1:25 (b/v); 2:25 (b/v);3:25 (b/v).

Tabel 1. Identifikasi struktur, bentuk kristal dan % kristalinitas dari material hasil sintesis

[hkl]	2 θ (°)	d (Å)	Bentuk/ Struktur Kristal	% Kristal- initas
JCPDS				
[100]	31,770	2,814	Heksagonal/ Wurzite	-
[002]	34,422	2,602		
[101]	36,253	2,475		
ZnO				
[100]	31,797	2,811	Heksagonal/ Wurzite	89 %
[002]	34,451	2,601		
[101]	36,271	2,475		
ZnO/KJ-CTAB 1:25				
[100]	31,79	2,812	Heksagonal/ Wurzite	87 %
[002]	34,48	2,600		
[101]	36,28	2,473		
ZnO/KJ-CTAB 2:25				
[100]	31,81	2,815	Heksagonal/ Wurzite	78 %
[002]	34,52	2,599		
[101]	36,30	2,476		
ZnO/KJ-CTAB 3:25				
[100]	31,80	2,816	Heksagonal/ Wurzite	71 %
[002]	34,49	2,602		
[101]	36,27	2,477		

Pengaruh Variasi KJ/CTAB pada Material ZnO Terhadap Karakter BET

Analisa BET dilakukan untuk menentukan luas permukaan dan diameter pori rata-rata dari sampel yang dihasilkan. Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa luas permukaan yang paling besar adalah ZnO/KJ-CTAB 1:25 (b/v) (36,071 m²/g) dibanding luas permukaan ZnO (29,780 m²/g) serta ZnO/KJ-CTAB 2:25 (b/v) (13,102 m²/g) dan 3:25 (b/v) (12,002 m²/g). Apabila ditinjau dari ukuran pori, material ZnO memiliki ukuran pori terkecil (3,899 nm) dibandingkan ZnO/KJ-CTAB pada variasi konsentrasi 1:25, 2:25, dan 3:25 (b/v) yang mana memiliki ukuran pori berturut-turut 4,634 nm, 5,669 nm, dan 6,221 nm. Hasil uji BET tersebut menunjukkan bahwa material ZnO maupun ZnO/KJ-CTAB termasuk dalam kategori material mesopori dikarenakan memiliki ukuran pori 2-50 nm.

Material mesopori memungkinkan terjadinya kontak *binding site* antara adsorben dan adsorbat yang lebih kuat dikarenakan mempunyai luas permukaan yang lebih besar

daripada material yang memiliki ukuran pori-pori mikropori. Material mesopore mempunyai pori-pori yang cukup besar sehingga mampu digunakan sebagai cetakan pada sintesis polimer dan senyawa yang memiliki ukuran besar serta mampu menghasilkan dispersi partikel yang lebih baik (Purbaningtias *et al.*, 2019).

Tabel 2. Luas Permukaan, Volume Pori, dan ukuran pori dari material ZnO, ZnO/KJ-CTAB 1:25 b/v;2:25 b/v;3:25 (b/v)

Material	Luas permukaan (m ² /g)	Volume pori (cm ³ /g)	Ukuran pori (nm)
ZnO	29,780	0,059	3,899
ZnO/KJ-CTAB 1:25	36,071	0,083	4,634
ZnO/KJ-CTAB 2:25	13,102	0,036	5,669
ZnO/KJ-CTAB 3:25	12,002	0,038	6,221

Menurut penelitian dari Purbaningtias *et al.* (2019) material alam yang telah dimodifikasi menggunakan surfaktan hanya akan meningkatkan jumlah distribusi diameter pori. Adapun meningkatnya konsentrasi KJ-CTAB berlebih menyebabkan luas permukaan yang semakin mengecil dan ukuran pori yang semakin meningkat. Hal tersebut dikarenakan adanya aglomerasi partikel yang menyebabkan luas permukaan material yang semakin menurun yang mana disebabkan adanya kecenderungan ukuran pori yang membesar.

Adsorpsi-desorpsi pada material diketahui bahwa ZnO dan ZnO/KJ-CTAB 1:25 (b/v) termasuk kurva *isotherm* tipe III (Gambar 3). Tipe kuantitas adsorben semakin tinggi saat tekanan relatif bertambah yang mengalami adsorpsi *multilayer*, sedangkan pada material ZnO/KJ-CTAB 2:25 (b/v), ZnO/KJ-CTAB 3:25 (b/v) termasuk kurva *isotherm* IV yang muncul

dari padatan dengan mikro dan mesopori, dimana interaksi antara molekul gas dan permukaan mesopori penyerap menyebabkan kondensasi kapiler.

Material ZnO dan ZnO/KJ-CTAB 1:25 (b/v) termasuk dalam *Loop* tipe H1 dengan ditemukan dalam bahan yang menunjukkan kisaran sempit mesopori seragam, biasanya efek jaringan minimal dan loop yang curam dan sempit merupakan tanda yang jelas dari laju kondensasi dan kesetimbangan yang sama. Sedangkan pada material ZnO/KJ-CTAB 2:25 (b/v) serta ZnO/KJ-CTAB 3:25 (b/v) *Loop* tipe H3 yang mana cabang adsorpsi batas bawah dengan tekanan rendah, cabang desorpsi biasanya terletak dikavitasi yang diinduksi P/P₀.

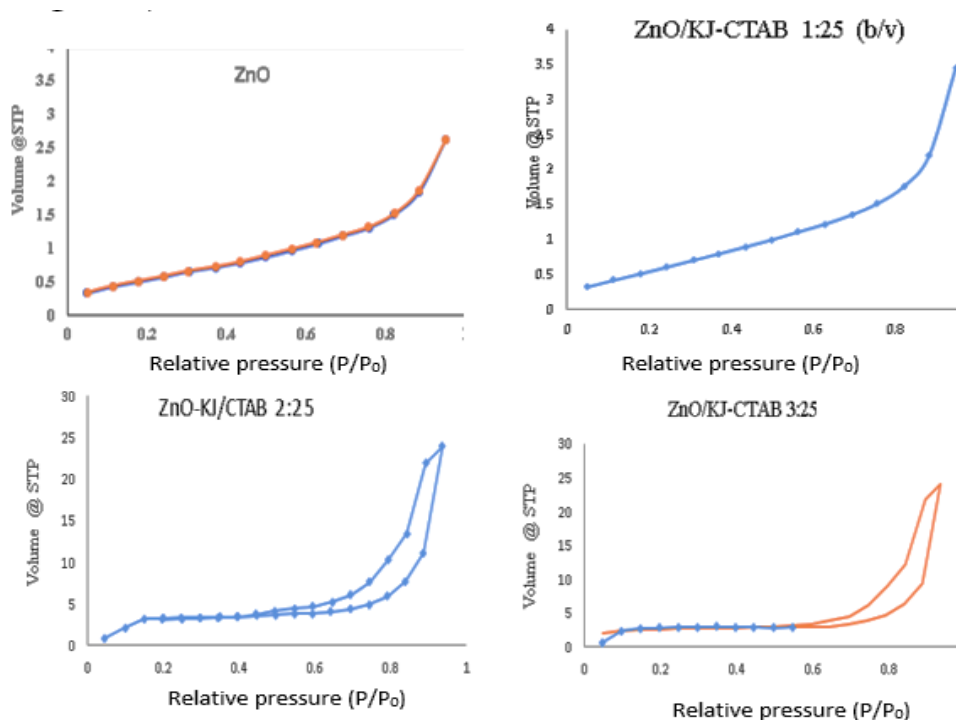
Pengaruh Variasi KJ/CTAB pada Material ZnO Terhadap Karakter Morfologi Permukaan

Karakterisasi dengan SEM digunakan untuk mengamati morfologi material. Pada Gambar 4 dapat dilihat morfologi permukaan

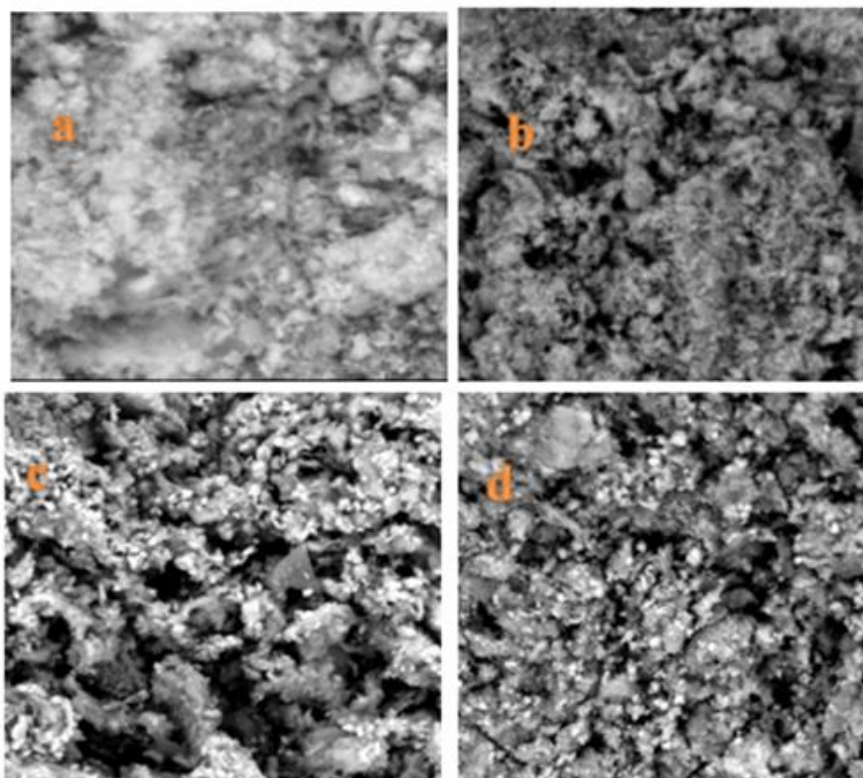
dari semua sampel dengan perbesaran 7500x. Morfologi partikel ZnO terlihat berbentuk bulat yang saling menempel satu dengan yang lainnya (Gambar 4).

Permukaan ZnO kurang homogen dan permukaannya tidak beraturan, pada material ZnO/KJ-CTAB 1:25 (b/v) lebih homogen karena penambahan KJ-CTAB tersebut cukup proposional, yang mana KJ-CTAB memfasilitasi partikel ZnO untuk terdistribusi secara merata dalam ukuran yang lebih kecil, hal tersebut tentunya menyebabkan luas permukaan menjadi lebih besar serta rongga-rongga terdistribusi secara homogen yang menyebabkan volume pori lebih luas.

Namun, penambahan KJ-CTAB yang berlebih yaitu 2:25 dan 3:25 (b/v) menyebabkan aglomerasi, sehingga menyebabkan partikel-partikel tersebut bertumbukan dan membentuk partikel yang lebih besar serta tidak tersebar secara homogen.



Gambar 3. Grafik adsorpsi-desorpsi ZnO dan ZnO/KJ-CTAB dengan variasi ZnO, ZnO/KJ-CTAB 1:25 (b/v); 2:25 (b/v);3:25 (b/v)



Gambar 4. Morfologi Permukaan dari (a) ZnO; (b) ZnO/KJ-CTAB1:25(b/v); (c) ZnO/KJ-CTAB 2:25(b/v); (d) ZnO/KJ-CTAB 3:25 (b/v)

Pengaruh Variasi KJ-CTAB Terhadap *Band Gap* Material ZnO

Karakteristik material menggunakan DR-UV dilakukan bertujuan untuk mengetahui karakter serapan pada daerah UV maupun sinar tampak dan menentukan celah pita yang dihasilkan oleh semikonduktor hasil sintesis.

Gambar 5 menunjukkan bahwa pada material ZnO, ZnO/KJ-CTAB 1:25 (b/v), ZnO/KJ-CTAB 2:25 (b/v), dan ZnO/KJ-CTAB 3:25 (b/v), adanya pergeseran daerah serapan ke arah panjang gelombang yang lebih kecil, terjadi pergeseran panjang gelombang menunjukkan adanya responsivitas lebih rendah pada daerah sinar tampak di bandingkan dengan ZnO/KJ-CTAB 1:25 (b/v). Hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin banyak penambahan KJ-CTAB kedalam ZnO menyebabkan panjang gelombang bergeser ke

arah panjang gelombang yang lebih kecil (ultraviolet).

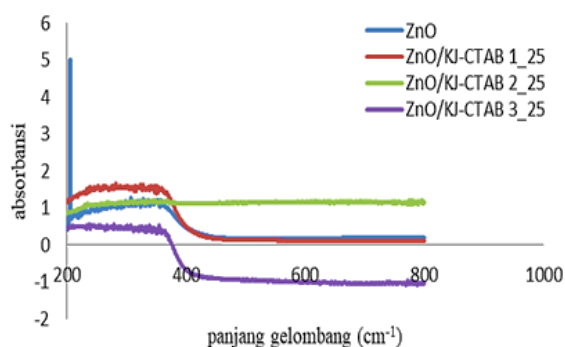
Tabel 3. Nilai *Band gap* pada material ZnO, ZnO/KJ-CTAB 1:25 (b/v), ZnO/KJ-CTAB 2:25 (b/v), ZnO/KJ-CTAB 3:25 (b/v)

Material	Eg (eV)	λ -tepi (nm)
ZnO	3,25 eV	381 nm
ZnO/KJ-CTAB 1:25	3,20 eV	387 nm
ZnO/KJ-CTAB 2:25	3,28 eV	378 nm
ZnO/KJ-CTAB 3:25	3,59 eV	345 nm

Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa terjadi kenaikan energi celah pita sehingga menyebabkan energi yang dibutuhkan semakin besar dalam fotokatalis untuk mengeksitasi elektron dari pita valensi menuju pita konduksi. Terjadi kenaikan nilai celah pita pada ZnO/KJ-

CTAB 2:25 (b/v) dan ZnO/KJ-CTAB 3:25 (b/v) disebabkan karena penambahan KJ-CTAB yang telah melewati batas maksimum suatu bahan.

Berdasarkan nilai E_g yang diperoleh, maka dapat dihitung nilai λ_{tepi} dimana serapan tepi berbanding terbalik dengan nilai E_g . Berdasarkan Tabel 3 maka dapat diasumsikan bahwa semakin besar nilai E_g , maka λ_{tepi} akan semakin kecil, sehingga semakin besar KJ-CTAB yang ditambahkan maka serapan tepi yang dihasilkan bergeser ke arah panjang gelombang yang lebih kecil (peristiwa *blue shift*), sehingga material ZnO/KJ-CTAB 1:25 (b/v) mempunyai responsivitas terhadap sinar tampak paling tinggi karena dapat menggeser serapan tepi hingga 387 nm dengan nilai E_g sebesar 3,20 eV.



Gambar 5. Grafik DR-UV ZnO, ZnO/KJ-CTAB 1 :25 (b/v), ZnO/KJ- CTAB 2:25 (b/v), ZnO/KJ-CTAB 3: 25 (b/v)

Berdasarkan hasil karakterisasi material meliputi FTIR, XRD, BET dan DR-UV diketahui bahwa material yang memiliki karakteristik yang paling optimum sebagai material fotokatalis adalah material ZnO yang telah diimpregnasi menggunakan KJ-CTAB dengan perbandingan 1:25.

KESIMPULAN

Hasil karakterisasi dari FTIR menunjukkan ZnO dan variasi ZnO/KJ-CTAB memiliki perbedaan yang signifikan yaitu mengalami pergeseran bilangan gelombang, pada hasil karakter XRD dengan penambahan KJ-CTAB pada material ZnO tidak mengubah struktur kristal, hasil analisis SEM pada variasi ZnO/KJ-CTAB 1:25 lebih optimum mempunyai morfologi permukaan yang lebih homogen. BET menyatakan bahwa luas permukaan ZnO/KJ-CTAB 1:25 lebih besar dibandingkan ZnO. ZnO/KJ-CTAB 2:25 (b/v) dan ZnO/KJ-CTAB 3:25 (b/v) yaitu 36,071 m²/g. Hasil analisis DR-UV yaitu menunjukkan bahwa ZnO/KJ-CTAB 1:25 (b/v) memiliki energi celah pita paling kecil yaitu sebesar 3,20 eV.

DAFTAR PUSTAKA

- Asyiqin Anas, N. A., Fen, Y. W., Yusof, N. A., Omar, N. A. S., Md Ramdzan, N. S., & Mohd Daniyal, W. M. E. M. (2020). Investigating the properties of cetyltrimethylammonium bromide/hydroxylated graphene quantum dots thin film for potential optical detection of heavy metal ions. *Materials*, 13(11). <https://doi.org/10.3390/ma13112591>
- Chauhan, J., Shrivastav, N., Dugaya, A., & Pandey, D. (2017). Synthesis and Characterization of Ni and Cu Doped ZnO. *MOJ Polymer Science*, 1(1). <https://doi.org/10.15406/mojps.2017.01.0005>
- Febiyanti, I. A., Suseno, A., & Priyono, P. (2013). Pengaruh Konsentrasi Surfaktan CTAB (Cetyltrimethylammonium bromide) pada Modifikasi Lempung dengan Oksida Besi sebagai Pemilar. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 16(3), 79–83. <https://doi.org/10.14710/jksa.16.3.79-83>
- Purbaningtias, T. E., Kurniawati, P., Wiyantoko, B., Prasetyoko, D., & Suprpto, S. (2019). Pengaruh Penambahan Surfaktan Pada Modifikasi Material Alam. *Akta Kimia*

- Indonesia, 4(2), 118.
<https://doi.org/10.12962/j25493736.v4i2.5536>
- Rahmawati, M. P., & Saleh, R. (2014). Pengaruh Surfaktan Kationik Terhadap Efektivitas fotokatalitik Nanopartikel ZnO didop Cr. [Skripsi]. Departemen Fisika, FMIPA, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Rosanti, A. D., Kusumawati, Y., Hidayat, F., Fadlan, A., Wardani, A.R.K., Anggraeni, H.A. (2022). Adsorption of Methylene Blue and Methyl Orange from Aqueous Solution using Orange Peel and CTAB-Modified Orange Peel. *Journal of the Turkish Chemical Society Section A: Chemistry*, 9(1), 237–246.
<https://doi.org/https://doi.org/10.18596/jotcsa.1003132>
- Rosanti, A. D., Hidayat, F., Kusumawati, Y., Fadlan, A., Wardani, A. R. ., & Latifah, E. U. (2022). The effect of orange peel waste addition on ZnO characteristics and its ability to degrade methyl orange. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1041(1), 1–8.
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/1041/1/012008>
- Satatariksa, R. Y. (2018). Sintesis Dan Karakterisasi KOH/ Γ - Al_2O_3 Dengan Metode Impregnasi Basah, Hidrotermal, Dan Sonikasi Sebagai Katalis Pada Reaksi Transesterifikasi Minyak Kelapa Sawit. [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- Sitepu, O. C., Ratnayani, O., & Suprihatin, I. E. (2016). Sintesis Komposit ZnO-Bentonit dan Penggunaannya Dalam Proses Degradasi Methyl Orange. *Cakra Kimia*, 4(2), 153–160.
- Surono, A. T., & Sutanto, H. (2014). Sifat Optik Zinc Oxide (ZnO) Yang Dideposisi Di Atas Substrat Kaca Menggunakan Metode Chemical Solution Deposition (CSD) Dan Aplikasinya Untuk Degradasi Zat Warna Methylene Blue. *Youngster Physics Journal*, 3(1), 7–14.
- Suryaningtyas, N., Yulianti, I. M., & Atmodjo, K. (2016). Kemampuan Pektin Kulit Jeruk Manis (*Citrus sinensis*) sebagai Biosorben Logam Berat krom(VI). *E-Journal Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, 6, 1–11.