

## **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***

**Agustya Tri Surono dan Heri Sutanto**

*Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang*

### **INTISARI**

Pada penelitian ini lapisan ZnO telah berhasil dideposisi di atas substrat kaca menggunakan teknik *spray coating* dengan variasi konsentrasi larutan 0,3M, 0,5M, 0,75M, dan 0,9M. Sifat optik lapisan ZnO dikarakterisasi dengan menggunakan spektroskopi UV-Vis. *Methylene blue* digunakan sebagai media degradasi untuk mengetahui aktivitas fotokatalis dari sampel lapisan ZnO yang telah dideposisi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi larutan yang dideposisikan maka nilai absorpsinya semakin meningkat, transmitansinya menurun dan semakin kecil nilai celah pita energinya. Hasil uji aktifitas fotokatalis ZnO telah mampu mendegradasikan *Methylene blue* hingga 96,6%.

**Kata kunci** : Fotokatalis, *Spray coating*, ZnO, Celah pita energi, *Methylene blue*.

### **ABSTRACT**

*In this research, ZnO thin films have been successfully deposited on glass substrates by spray coating technique with a variety of solution concentration 0,3M, 0,5M, 0,75M and 0,9M. Optical properties ZnO thin films were characterized by using UV-Vis spectroscopy. Methylene blue as degradation media was used to estimate the photocatalytic activity from deposition samples ZnO. The research showed that the greater the concentration of the deposition solution in the absorption value increases, the transmittance decreases and getting smaller value of the band gap energy. Assay results photocatalytic activity of ZnO was able to degrade methylene blue to 96.6%.*

**Keywords**: Photocatalyst, *Spray coating*, ZnO, Band gap energy, *Methylene blue*.

### **PENDAHULUAN**

Dalam beberapa tahun terakhir, fotokatalis semikonduktor mempunyai potensi besar untuk memecahkan masalah lingkungan. Proses fotokatalis menggunakan semikonduktor berstruktur nano adalah salah satu teknologi untuk mengoksidasi senyawa organik seperti pewarna [3]. Di antara bahan semikonduktor, TiO<sub>2</sub> dan ZnO adalah bahan paling sering dipakai dalam proses fotokatalis [17]. ZnO memiliki efisiensi fotokatalis lebih tinggi dari TiO<sub>2</sub> karena proses penyerapan sinar UV yang kuat dari spektrum matahari [19]. Selain itu, ZnO adalah bahan fotokatalis yang efisien untuk proses detoksifikasi limbah air karena menghasilkan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> lebih efisien daripada fotokatalis lain [4].

Perkembangan teknologi dalam fabrikasi kristal tunggal berkualitas tinggi memungkinkan untuk realisasi ZnO sebagai aplikasi perangkat elektronik dan optoelektronik. Dengan celah pita energi 3,2 eV dan energi eksitasi sebesar 60 MeV pada suhu kamar, ZnO sangat penting untuk perangkat optik berbasis ultraviolet dan *blue-ray* [8].

Penumbuhan lapisan tipis ZnO telah banyak dilakukan dengan beberapa metode antara lain *Molecular Beam Epitaxy* (MBE) [14], *Metal-Organic Chemical Vapor Deposition* (MOCVD) [15], *Pulsed-Laser Deposition* (PLD) [20], *magnetron sputtering* [10]), *electron beam evaporation* [7], dan metode sol-gel dengan teknik *spin coating* dan *spray coating* [9].

Pembuatan lapisan tipis dengan metode sol-gel memiliki beberapa keuntungan, antara lain biayanya murah, tidak menggunakan ruang dengan kevakuman tinggi, komposisinya homogen, ketebalan lapisan bisa dikontrol dan struktur mikronya cukup baik, sehingga metode ini banyak digunakan sebagai alternatif lain dalam pembuatan lapisan tipis [6].

Penelitian pembuatan lapisan tipis dengan metode sol-gel sudah banyak dilakukan karena banyaknya keuntungan metode ini, salah satunya dilakukan oleh Ahzan dkk (2012). Penelitian tersebut menggunakan metode sol-gel *spray coating* untuk mengetahui karakteristik dan sifat optik dari lapisan tipis ZnO dengan variasi suhu sintering. Dari penelitian diperoleh bahwa suhu sintering berpengaruh terhadap ketebalan lapisan. Semakin tinggi suhu sintering yang digunakan maka daya serap lapisan semakin tinggi sehingga ketebalan lapisan semakin besar. Hal ini berpengaruh juga terhadap nilai dari celah pita energi yang dihasilkan dari lapisan tipis ZnO [1].

Dalam penelitian ini, dilakukan deposisi lapisan tipis ZnO di atas substrat kaca preparat menggunakan metode sol-gel dengan teknik *spray coating*. Deposisi lapisan tipis ZnO yang akan dilakukan variasi besarnya molaritas yaitu 0,3M, 0,5M, 0,75M dan 0,9M dengan suhu sintering tetap yaitu 400°C. Variasi besarnya molaritas dimaksudkan untuk mendapatkan pengaruhnya terhadap sifat optik lapisan tipis ZnO melalui pengujian menggunakan *Spektrofotometer UV-Vis*.

## DASAR TEORI

### Teori Pita Energi

Setiap material padat terdiri atas elektron-elektron yang akan menghasilkan konduktivitas listrik apabila dikenai suatu medan listrik. Untuk mengetahui besarnya konduktivitas listrik, dibutuhkan pengetahuan mengenai elektron-elektron dalam kristal yang diatur dalam pita energi (*energy bands*) yang dipisahkan oleh daerah energi yang tidak memiliki orbital elektron. Daerah terlarang ini dinamakan celah pita (*band gaps*), dan merupakan hasil interaksi konduktivitas elektron dengan inti ion Kristal [12].

Celah pita energi lapisan tipis dapat diperoleh melalui pengeplotan data absorpsi menggunakan persamaan transisi langsung (*direct bandgap*):

$$\alpha hv = A(hv - E_g)^{1/2} \quad (1)$$

dengan  $\alpha$  adalah koefisien absorpsi,  $hv$  adalah energi foton (eV) dan  $A$  adalah konstanta. Koefisien absorpsi ( $\alpha$ ) didefinisikan sebagai:

$$\alpha = \frac{2,303 A \rho}{L c} \quad (2)$$

dengan  $A$  adalah konstanta,  $c$  adalah konsentrasi larutan ( $\text{g L}^{-1}$ ),  $L$  adalah panjang garis edar ( $L = 1 \text{ cm}$ ). Plot  $(\alpha hv)^2$  vs  $hv$  dengan mengekstrapolasi bagian linier dari kurva ke garis absorpsi nol memberikan nilai celah pita energi untuk transisi langsung [18].

### Prinsip Dasar Fotokatalis

Fotokatalis, secara umum didefinisikan sebagai proses reaksi kimia yang dibantu oleh cahaya dan katalis padat. Dimana dalam langkah reaksinya melibatkan pasangan elektron-hole ( $e^-$  dan  $h^+$ ). Definisi umum tersebut mempunyai implikasi bahwa beberapa langkah-langkah fotokatalis adalah merupakan reaksi redoks yang melibatkan pasangan  $e^-$  dan  $h^+$  [3].

Suatu sistem fotokatalis terdiri dari partikel semikonduktor yang dapat bereaksi dengan medium cairan maupun gas. Proses di dalam fotokatalis adalah jika partikel semikonduktor berada di dalam cairan maupun gas dan dikenai cahaya UV baik yang berasal dari cahaya matahari maupun lampu UV, maka akan menghasilkan pasangan elektron dan lubang (*hole*). Pasangan elektron dan lubang (*hole*) ini akan berdifusi ke permukaan partikel semikonduktor tersebut dan menyebabkan proses oksidasi dan reduksi polutan yang terdapat di dalam medium.

### Zinc Oxide

Zinc oxide (ZnO) merupakan semikonduktor paduan II-VI dengan lebar celah pita sebesar 3,2 eV. Struktur kristal *zinc oxide* dapat dibagi menjadi tiga bentuk yaitu *wurtzite*, *zinc blende* dan *cubic rock salt*. Bentuk dominan struktur kristal ZnO adalah

wurtzite karena struktur ini adalah yang paling stabil pada suhu kamar dan tekanan. Bentuk heksagonal memiliki dua sub kisi yaitu  $Zn^{2+}$  dan  $O^{2-}$  yang mana bergantian membentuk bidang dasar. Bilangan koordinasi seng berpindah ke bilangan koordinasi oksigen dengan dikelilingi oleh empat kation dan empat anion di sebuah sudut tetrahedron dan sebaliknya. Susunan atom tetrahedral dalam struktur wurtzite adalah struktur *non-centrosymmetric* yang menimbulkan momen dipole. Ini adalah karakteristik dari *zinc oxide wurtzite* yakni menimbulkan beberapa sifat yang unik seperti piezoelektrik.

Struktur *zinc blende* dapat terbentuk ketika kristal tumbuh pada substrat kubik. Seperti struktur *rock salt*, *zinc blende* adalah struktur kristal kubik namun jumlah bilangan koordinasinya adalah empat. Struktur ini ditandai dengan dua struktur kubik yang saling berpusat pada permukaan yang dibentuk oleh anion dan kation yang saling bergantian. Sebuah sel unit untuk struktur ini dapat dimodelkan dengan anion menempati pusat permukaan dan menempati sudut kubus dan kation menempati setengah dari posisi tetrahedral [5].

### Metode CSD (*Chemical Solution Deposition*)

Metode *Chemical Solution Deposition* (CSD) dapat juga disebut metode *Chemical Bath Deposition* (CBD) atau *sol gel*. Teknologi pelapisan ini sudah dikenal sejak tahun 1869, dan telah digunakan untuk mendeposisikan lapisan tipis keramik, kaca, dan berbagai macam semikonduktor. Prinsip dari penggunaan teknologi *sol gel* ini adalah pengaturan kecepatan reaksi sampai pada batas yang diinginkan dan kemudian ditumbuhkan di atas substrat [11].

### Spray Coating

Pelapisan (*coating*) adalah proses penambahan atau penumpukan suatu material ke permukaan material lain (atau material yang sama). Pada umumnya pelapisan diterapkan ke suatu permukaan dengan tujuan:

1. Melindungi permukaan dari lingkungan yang mungkin menyebabkan korosi atau reaksi *deteriorative* (merusak)
2. Meningkatkan penampilan permukaan
3. Memperbaiki permukaan atau bentuk suatu komponen tertentu, dan lain-lain

*Spray coating* merupakan proses dimana material pelapis (*feedstock*) sebagai partikel individu didorong dengan aliran gas bertekanan ke suatu permukaan (*substrat*). Partikel tersebut menabrak substrat, menempel, dan membentuk permukaan tipis yang sesuai [16].

### Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometer UV-Vis merupakan alat untuk mengukur transmitansi dan absorbansi suatu sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Spektrofotometer berfungsi untuk menghasilkan sinar dengan panjang gelombang tertentu dan fotometer sebagai alat pengukur intensitas cahaya yang diabsorpsi. Absorbansi dan transmitansi dalam spektrofotometer UV-Vis dapat digunakan untuk analisis kualitatif dan kuantitatif suatu zat kimia [13].

Hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi dapat ditentukan hukum Lambert-Beer, dengan syarat bahwa sinar yang digunakan harus monokromatik. Pengukuran dengan spektrofotometer UV-Vis akan menghasilkan spektrum, sehingga dapat diketahui absorbansi (serapan) dari sampel. Hubungan antara absorbansi dan konsentrasi ini kemudian dimasukkan ke dalam persamaan hukum Lambert-Beer seperti persamaan (3)

$$A = \epsilon b C \quad (3)$$

dengan  $A$  adalah absorbansi,  $\epsilon$  adalah absorptivitas molar ( $M^{-1}cm^{-1}$ ),  $b$  adalah tebal kuvet (cm) dan  $C$  adalah konsentrasi larutan (M).

### METODE PENELITIAN

Secara umum, penelitian dilakukan melalui 4 tahap. Tahap pertama yaitu proses pembuatan *sol gel zinc Oxide*. Tahap kedua yaitu deposisi lapisan tipis *zinc oxide* di atas substrat kaca dengan teknik *spray coating*.

Tahap ketiga yaitu pengujian sifat optik lapisan tipis *zinc Oxide*. Tahap keempat yaitu pengolahan data dan analisis..

Proses pembuatan *sol gel* formula ZnO. Mekanisme pembuatan larutan tersebut yaitu; *Zinc acetate dehydrate* ( $\text{Zn}(\text{COOCH}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) dilarutkan kedalam larutan *isopropanol* ( $(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$ ) dan *monoethanolamine* (MEA:  $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ ) pada temperatur ruang dengan variasi konsentrasi dari *Zinc acetate* 0,3M; 0,5M; 0,75M dan 0,9M dan perbandingan molar dari MEA dan ZnAc yaitu 1:1. Kemudian larutan diaduk menggunakan pengaduk magnetik pada temperatur 70° C selama 30 menit hingga didapatkan larutan yang jernih dan homogen.

Proses deposisi lapisan tipis ZnO di atas substrat kaca ini menggunakan teknik *spray coating*. Sebelum proses deposisi, substrat kaca dibersihkan terlebih dahulu dengan metode RCA (*Radio Corporation of America*) yaitu kaca dicuci dengan aseton, kemudian dengan metanol masing-masing selama 10 menit dengan sistem pencuci ultrasonik untuk menghilangkan pengotor organik seperti lemak dan minyak. Selanjutnya kaca dicuci dengan *DI water* (*deionized water*) selama 1 menit dan dimasukkan ke dalam larutan HF 20% selama 10 detik untuk menghilangkan lapisan  $\text{SiO}_2$  yang mungkin terbentuk selama proses penyimpanan substrat. Setelah itu substrat dicuci dengan *DI water* dan dikeringkan dengan disemprot gas nitrogen ( $\text{N}_2$ ) teknis.

Substrat kaca yang telah kering diletakkan di atas *hotplate* pada temperatur 250°C di atas selama 5 menit. Substrat kaca yang sudah dipanaskan di-*spray coating* dengan larutan ZnO, kemudian dilakukan proses *annealing* pada temperatur 400°C selama 1 jam menggunakan *furnace*.

Proses pengujian sifat optik lapisan tipis ZnO dilakukan dengan menggunakan alat UV-Vis Spectroscopy untuk memperoleh nilai transmitansi pada rentang panjang gelombang sinar ultraviolet sampai cahaya tampak. Pada proses spektroskopi UV-Vis digunakan spektrofotometer UV-Vis dengan sampel preparat yang sudah dispray dengan berbagai variasi molar, selanjutnya dilakukan uji

photodegradasi zat warna dengan disinari menggunakan cahaya dari lampu UV selama 5 jam. Kemudian sampel dikarakterisasi menggunakan UV-Vis 1240 SA (*Ultra Violet-Visible*) untuk mengetahui *absorbansi* zat warna dari hasil fotodegradasi zat warna dan spektrum panjang gelombang dari *methylene blue*.

Hasil pengujian sifat optik lapisan tipis ZnO dengan menggunakan Spektroskopi UV-Vis (*UltraViolet-Visible*) menghasilkan spektra transmitansi lapisan tipis ZnO terhadap panjang gelombang antara 200-800 nm. Karakterisasi zat warna *methylene blue* menggunakan UV-Vis agar didapatkan nilai serapannya dan persentase degradasi dari zat warna.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses deposisi lapisan tipis ZnO dilakukan melalui 3 tahap yaitu pembuatan gel *Zinc Oxide*, dilanjutkan pelapisan dengan teknik *spray coating* di atas substrat kaca dengan temperatur 250°C dan *sintering* lapisan tipis dengan menggunakan *furnace* pada suhu 400°C selama 1jam. Proses deposisi dilakukan dengan variasi konsentrasi larutan sebesar 0,3M; 0,5M; 0,75M; 0,9M. Setelah lapisan tipis ZnO terbentuk, selanjutnya dilakukan pengujian spektroskopi Uv-Vis untuk mengetahui sifat optik dari lapisan tipis, serta UV-Vis 1240SA (*Ultra Violet-Visible*) digunakan untuk mengetahui nilai absorbansi dan panjang gelombang *methylene blue*.

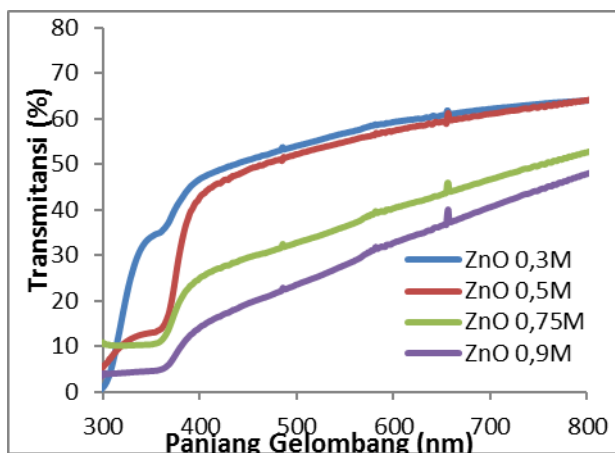
Gambar 1 menunjukkan lapisan ZnO yang telah dideposisikan pada substrat kaca menggunakan metode *spray coating* dengan variasi konsentrasi larutan dan *sintering* lapisan tipis dengan menggunakan *furnace* pada suhu 400°C selama 1jam



Gambar 1 Lapisan ZnO yang dideposisi pada substrat kaca dengan variasi konsentrasi larutan.

Berdasarkan hasil deposisi pada substrat kaca yang terlihat menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi larutan maka nampak lapisan semakin tidak transparan sehingga transmitansi lapisan akan semakin kecil. Hal ini disebabkan karena semakin tidak transparan suatu lapisan atau semakin besar konsentrasinya, maka atom penyusunnya akan semakin banyak, begitu pula dengan tumbukan partikel cahaya dengan atom-atom yang semakin sering sehingga semakin sulit untuk cahaya dapat melewatinya. Ketebalan lapisan memberikan pengaruh terhadap beberapa sifat optik material antara lain absorbansi, transmitansi dan konstanta peredaman. Semakin tidak transparan lapisan akan menyebabkan nilai absorbansi dan konstanta peredaman semakin besar dan nilai transmitansi semakin kecil.

Transmitansi lapisan tipis ZnO menggunakan Spektroskopi UV-Vis (*Ultra Violet-Visible*) ditunjukkan pada gambar 2. Hasil pengujian sifat optik lapisan tipis ZnO secara umum menunjukkan bahwa kenaikan transmitansi terjadi pada saat lapisan tipis ZnO dikenai spektrum cahaya tampak pada panjang gelombang 300 - 400 nm. Perbedaan konsentrasi larutan juga mempengaruhi nilai kenaikan transmitansi.

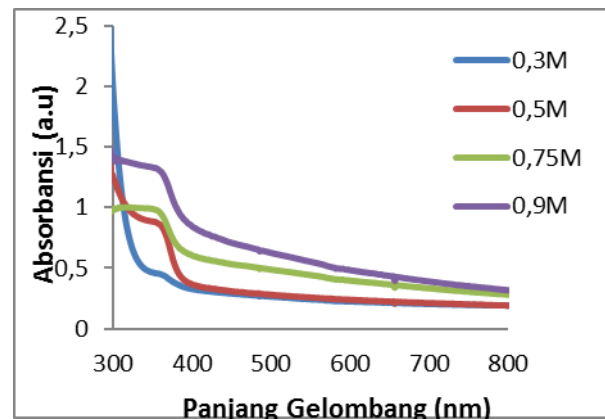


Gambar 2 Transmitansi UV-Vis lapisan tipis dengan variasi konsentrasi larutan

Berdasarkan gambar 2 dapat dilihat bahwa hasil pengujian transmitansi pada lapisan tipis ZnO. Terlihat pada panjang gelombang 400 nm terjadi proses penurunan

nilai transmitansi karena sinar UV memiliki nilai panjang gelombang pada sekitar 400 nm sehingga pada panjang gelombang tersebut cahaya UV yang dipancarkan akan sedikit dilewatkan oleh bahan. Ketika cahaya dengan berbagai panjang gelombang (cahaya polikromatis) mengenai suatu zat, maka cahaya dengan panjang gelombang tertentu saja yang akan diserap. Di dalam suatu molekul yang memegang peranan penting adalah elektron valensi dari setiap atom yang ada hingga terbentuk suatu materi. Elektron-elektron yang dimiliki oleh suatu molekul dapat berpindah (eksitasi), berputar (rotasi) dan bergetar (vibrasi) jika dikenai suatu energi. Jika zat menyerap cahaya tampak dan UV maka akan terjadi perpindahan elektron dari keadaan dasar menuju ke keadaan tereksitasi. Perpindahan elektron ini disebut transisi elektronik.

Spektrum absorpsi UV-Vis lapisan tipis ZnO dengan variasi konsentrasi larutan ditunjukkan pada gambar 3.

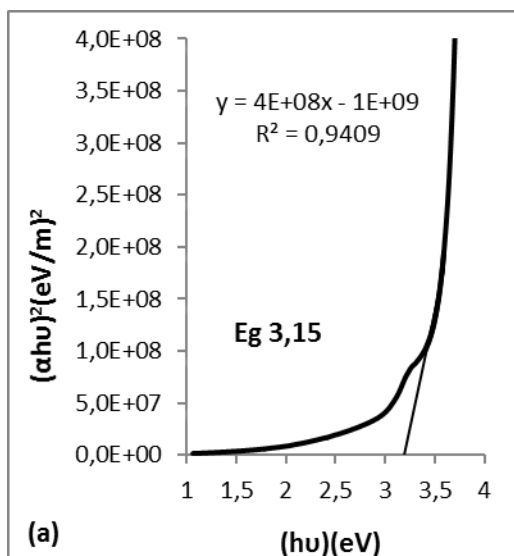


Gambar 3 Absorpsi UV-Vis lapisan tipis dengan variasi konsentrasi larutan

Secara umum nilai absorbansi untuk semua sampel menurun untuk panjang gelombang yang lebih besar, yang merupakan karakteristik penyerapan pada semikonduktor ZnO. Semakin tebal sampel, terjadi kenaikan nilai absorbansi pada semua panjang gelombang (Gambar 3). Hal ini dikarenakan semakin tidak transparan sampel berarti semakin banyak lapisan yang terbentuk, sehingga semakin banyak molekul ZnO yang

terlibat dalam proses penyerapan cahaya tampak. Sehingga, nilai absorbansi pada panjang gelombang yang sama akan lebih besar pada sampel yang lebih tidak transparan. Pada pengamatan absorbansi pada panjang gelombang 400 nm, dilakukan perbandingan nilai absorbansi untuk kesemua sampel. Pada sampel dengan konsentrasi 0,3M didapatkan nilai sebesar 0,33, konsentrasi 0,5M bernilai 0,37, konsentrasi 0,75M bernilai 0,60 dan konsentrasi 0,9M bernilai 0,84. Dengan mengambil sampel 0,3M sebagai acuan, didapatkan kenaikan relatif nilai absorpsi sampel 0,5M sebesar 112,12%, sampel 0,75M sebesar 181,81% dan sampel 0,9M sebesar 254,54%.

Pengukuran celah pita energi suatu bahan semikonduktor perlu diketahui, karena sifat celah pita energi berimplikasi pada perbedaan sifat kebergantungan koefisien absorpsi terhadap frekuensi foton (Mikrajudin, 2010). Celah pita energi lapisan tipis ZnO diperoleh melalui pengeplotan data absorpsi menggunakan persamaan transisi langsung (*direct bandgap*) (Kusnandar, 2002). Grafik plot antara  $(\alpha h\nu)^2$  vs  $h\nu$  ditunjukkan pada gambar 4 dengan perpotongan grafik dan sumbu datar menunjukkan lebar celah pita energi.



Gambar 4 Plot  $(\alpha h\nu)^2$  vs  $h\nu$  lapisan ZnO 0,3M

Dari gambar 4 hasil pengeplotan didapatkan celah pita energi dari lapisan tipis ZnO dengan konsentrasi 0,3M yaitu 3,15 eV.

Sedangkan untuk konsentrasi 0,5M yaitu 3,01 eV, konsentrasi 0,75M yaitu 2,97 eV dan konsentrasi 0,9M yaitu 2,94 eV. Terlihat bahwa nilai energi gap lapisan tipis ZnO menurun seiring dengan bertambahnya nilai konsentrasi larutan.

Lapisan Tapis ZnO (M)	Energi Gap (eV)
0,3	3,15
0,5	3,01
0,75	2,97
0,9	2,94

Tabel 1 Nilai energi gap lapisan tipis ZnO

Menurunnya nilai *energy gap* seiring bertambahnya konsentrasi bisa diakibatkan karena kualitas lapisan yang dihasilkan. Konsentrasi yang semakin besar menyebabkan lapisan yang terbentuk semakin tidak transparan karena semakin banyak molekul ZnO yang terlibat dan mempengaruhi proses aglomerasi. Energi gap menunjukkan pergerakan elektron dalam melintasi pita valensi menuju pita konduksi, nilai absorpsi yang semakin meningkat sehingga energi yang diserap oleh bahan semakin banyak dan menyebabkan nilai energi gap menurun.

Pengujian reaksi fotokatalis ZnO dilakukan dengan air pewarna *methylene blue* 10 ppm. Larutan pewarna *methylene blue* 10 ppm dihasilkan dari 1 liter air dengan 1 mg bubuk *methylene blue*. Reaksi dilakukan dalam wadah yang berisikan lapisan tipis ZnO 0,3M, 0,5M, 0,75M, 0,9M dengan pemberian larutan *methylene blue* masing-masing 20 ml. Penyinaran dilakukan dalam reaktor yang berisi lampu UV dan dilakukan selama 5 jam. Semua dilakukan dalam perlakuan yang sama untuk mengetahui perbedaan kemampuan fotokatalis masing-masing lapisan tipis.

Dari hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa material ZnO mampu mereduksi polutan organik. Perubahan sampel air pewarna ini menjadi jernih menandakan keberhasilan proses fotokatalis yang ditunjukkan pada Gambar 5



Gambar 5 Hasil pengujian fotokatalis selama 5 jam larutan *methylene blue* (A) kontrol, (B) 0,3M, (C) 0,5M, (D) 0,75M, (E) 0,9M.

Gambar 5 menunjukkan hasil pengujian fotokatalis larutan *methylene blue* selama 5 jam di dalam reaktor UV. Cahaya UV mampu mengeksitasi elektron dari lapisan ZnO. Eksitasi elektron dari pita valensi ke pita konduksi berhasil mengoksidasi senyawa organik. Proses eksitasi elektron akan terus berlangsung selama lapisan tipis ZnO disinari dengan lampu UV sehingga larutan *methylene blue* akan memudar menjadi jernih.

Pengujian lanjutan dilakukan terhadap larutan *methylene blue* yang telah disinari dengan lampu UV dengan menguji nilai absorpsi dari larutan untuk mengetahui besarnya perubahan kejernihan larutan. Pengujian dilakukan dengan menggunakan spektroskopi UV-Vis 1240SA dan didapatkan nilai kontrol dari larutan *methylene blue*

Nilai hasil spektrum awal pada panjang gelombang 661 nm dijadikan sebagai kontrol acuan dalam penentuan konsentrasi larutan *methylene blue*. Hasil degradasi larutan *methylene blue* yang terfotokatalis didapatkan nilai absorpsinya dengan variasi konsentrasi larutan lapisan tipis ZnO ditunjukkan pada tabel 2

Tabel 2 Nilai absorpsi *methylene blue* yang sudah difotokatalis dengan lapisan tipis ZnO

Dari Tabel 2 terlihat nilai absorpsi tertinggi pada larutan dengan lapisan tipis ZnO 0,9M sebesar 0,54 , sedangkan nilai absorpsi paling kecil adalah pada larutan dengan lapisan tipis ZnO 0,3M sebesar 0,19. Dari

hasil nilai absorpsi bisa didapatkan persentase degradasi dari warna *methylene blue* yaitu dengan nilai persentase paling besar didapatkan dari lapisan tipis ZnO 0,3M sebesar 96,6% dan yang paling kecil adalah lapisan tipis ZnO 0,9M sebesar 90,3%.

## KESIMPULAN

Lapisan ZnO telah berhasil dideposisikan di atas substrat kaca dengan metode *spray coating*, dengan variasi konsentrasi larutan 0,3M, 0,5M, 0,75M dan 0,9M. Semakin besar konsentrasi larutan yang dideposisikan maka nilai absorpsinya semakin meningkat, transmitansinya menurun dan semakin kecil nilai celah pita energinya. Pengujian fotodegradasi lapisan tipis ZnO pada larutan *methylene blue* menunjukkan bahwa fotokatalis ZnO 0,3M yang paling efektif mendegradasi zat warna sebesar 96,6%.

Lapisan Tipis ZnO (M)	Absorpsi (a.u)	Persentase Degradasi warna <i>methylene blue</i> (%)
kontrol	0,56	0
0,3	0,019	96,6
0,5	0,020	96,4
0,75	0,032	94,2
0,9	0,054	90,3

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahzan, Sukainil. dkk., 2012, *Sintesis Lapisan ZnO dengan metode Sol-gel Spincoating Dan Karakterisasi Sifat Optiknya*. Fisika MIPA Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- [2] Allen, N.S.et.al, 2008, *Photocatalytic titania based surfaces: environmental benefits, Polymer Degradation and Stability*, 1632–1646.
- [3] Arutanti, O., Abdullah, M., Khairurrijal, dan Mahfudz, H., 2009, *Penjernihan Air Dari Pencemar Organik dengan Proses*

- Fotokatalis pada Permukaan Titanium Dioksida (TiO<sub>2</sub>)*, Jurnal nanosains dan Nanoteknologi Edisi khusus, ISSN 1979-088V.
- [4] Carraway, E.R.A.et.al, 1994, *Photocatalytic Oxidation of Organic Acids on Quantum-sized Semiconductor Colloids*, Environmental Science and Technology 28 (786–793).
- [5] Callister, William D, 2007, *Materials Science and engineering an Introduction*. John Wiley and Sons.
- [6] Cheng, X.L, 2004, *ZnO Nano Particulate Thin Film: Preparation, Characterization And Gas-Sensing Property*, Elsevier Sensor and Actuators B 102: p. 248-252.
- [7] Choi, Won Seok.et.al, 2009, *Optical And Structural Properties Of ZnO/TiO<sub>2</sub>/ZnO Multi-Layers Prepared Via Electron Beam Evaporation*, Original Research Article Vacuum, Volume 83, Issue 5, 878-882.
- [8] Ellmer, Klaus. et.al, 2008, *Transparent Conductive Zinc Oxide*, Springer Verlag Berlin Heidelberg.
- [9] Firdaus,C.M.dkk, 2012, *Characterization of ZnO and ZnO: TiO<sub>2</sub> Thin Films Prepared by Sol-Gel Spray-Spin Coating Technique*, Original Research Article Procedia Engineering, Volume 41, 2012, Pages 1367-1373.
- [10] Gao, Wei.et.al, 2004, *Zno Thin Films Produced By Magnetron Sputtering*, Original Research Article Ceramics International, Volume 30, Issue 7, Pages 1155-1159.
- [11] Hodes, Gary, 2002, *Chemical Solution Deposition of Semiconductor Films*, Marcel Dekker, Inc., New York.
- [12] Kittel, Charles., 1996, *Introduction to Solid State Physics 7<sup>th</sup> Edition*, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- [13] Khopkar, S. M., 2002, *Konsep Dasar Kimia Analitik, Terjemahan Basic Concepts of Analytical Chemistry*, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- [14] Ko, Hang-Ju.et.al, 2002, *A challenge in molecular beam epitaxy of ZnO: control of material properties by interface engineering*, Original Research Article Thin Solid Films, Volume 409, Issue 1 Pages 153-160.
- [15] Lee,Woong.et.al, 2004, *Catalyst-free growth of ZnO nanowires by metal-organic chemical vapour deposition (MOCVD) and thermal evaporation*, Original Research Article Acta Materialia, Volume 52, Issue 13, Pages 3949-3957.
- [16] Prawara, B., 2006, *Rancang Bangun Thermal Spray Coating Dengan Menggunakan Sistem High Velocity Oxygen Fuel*, Kegiatan: 4977.0127: Rekayasa Peralatan.
- [17] Sakthivel,S.et.al, 2003, *Solar photocatalytic degradation of azo dye comparison of photocatalytic efficiency of ZnO and TiO<sub>2</sub>*, Solar Energy Materials and Solar Cells77(65–82).
- [18] Sujana, M.G., Chattopadyyay, K.K. and Anand, S., 2008, *Characterization and Optical Properties of Nano-Ceria Synthesized by Surfactant-Mediated Precipitation Technique in Mixed Solvent System*, Applied Surface Science 254, Science Direct, 7405–7409.
- [19] Tanaka, K.et.al, 2000, *Photocatalytic degradation of commercial azo dyes*, Water Research 34 ( 327–333).
- [20] Zhao, Jun-Liang.et.al, *Structural, optical and electrical properties of ZnO films grown by pulsed laser deposition (PLD)*, Original Research Article Journal of Crystal Growth, Volume 276, Issues 3–4, Pages 507-512.