



## PREPARASI NANOKOMPOSIT $ZnO/TiO_2$ DENGAN SONOKIMIA SERTA UJI AKTIVITASNYA UNTUK FOTODEGRADASI FENOL

Diah Lestari\*), Wisnu Sunarto, Eko Budi Susatyo

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang

Gedung D6 Kampus Sekaran Gunungpati Telp. (024)8508112 Semarang 50229

### Info Artikel

Sejarah Artikel:  
Diterima Januari 2012  
Disetujui Februari 2012  
Dipublikasikan Mei 2012

Kata kunci:  
nanokomposit  
sonokimia  
fotokatalis

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis dan mengkarakterisasi nanokomposit  $ZnO/TiO_2$  yang dipreparasi dengan metode sonokimia. Semikonduktor  $TiO_2$  dan  $ZnO$  berpotensi tinggi dan memiliki peranan penting dalam memaksimalkan efisiensi reaksi fotokatalitik. Komposit  $ZnO/TiO_2$  dikarakterisasi menggunakan XRD untuk mengetahui struktur kristal, DR-UV untuk mengetahui nilai band gap dan SEM-EDX untuk mengetahui morfologi kristal dan %  $Zn$  yang terdopankan. Uji aktivitas katalis pada fotodegradasi fenol menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. pola difraksi nanokomposit  $ZnO/TiO_2$  baik 1%; 3% dan 5% mol  $ZnO$  yang mirip dengan pola difraksi  $TiO_2$  anatase. Nanokomposit  $ZnO/TiO_2$  memiliki ukuran kristal sekitar 23-17 nm. Nanokomposit  $ZnO/TiO_2$  hasil sintesis memiliki band gap sebesar 3,31; 3,35 dan 3,42 eV. Hasil foto SEM morfologi permukaan  $ZnO/TiO_2$  dapat terlihat dengan bentuk semi bulat yang mendekati homogen. Data SEM-EDX menunjukkan komposisi  $Zn$  yang masuk dalam kristal  $ZnO/TiO_2$  lebih dari 50%. Uji aktivitas katalis diperoleh data prosentase degradasi 76%; 85% dan 95% sehingga katalis  $ZnO/TiO_2$  dikatakan baik dalam mendegradasi fenol. Pengaruh dopan  $ZnO$  ternyata tidak mengubah struktur kristal  $TiO_2$  tetapi mempengaruhi intensitas dan ukuran agregat kristal menjadi semakin kecil.

### Abstract

$ZnO/TiO_2$  nanocomposite have been synthesis and characterization by sonochemical method.  $TiO_2$  and  $ZnO$  semiconductors is high potential and has important role in maximizing the efficiency of the photocatalytic reaction.  $ZnO/TiO_2$  composites were characterized using XRD to determine crystal structure, DR-UV to determine the value of band gap and SEM-EDX to determine the crystal morphology and percent of  $Zn$  dopant. Catalyst activity using UV-Vis spectrophotometer to degradation phenol.  $ZnO/TiO_2$  nanocomposite diffraction patterns of either 1%, 3% and 5 mol%.  $ZnO$  diffraction pattern similar to anatase  $TiO_2$ .  $ZnO/TiO_2$  nanocomposite has a crystal size about 23-17 nm.  $ZnO/TiO_2$  nanocomposite synthesis results in a band gap of 3.31; 3.35 and 3.42 eV. The results of SEM surface morphology  $ZnO/TiO_2$  photos can be seen with a semi-spherical shape close to homogeneous. SEM-EDX data showed that the composition of  $Zn$  into the crystal  $ZnO/TiO_2$  more than 50%. Catalyst activity test data obtained the percentage of degradation of 76%; 85% and 95% so  $ZnO/TiO_2$  said to be good catalyst in degradation phenol. Effect of  $ZnO$  dopant did not change the crystal structure of  $TiO_2$  but affects the intensity and aggregate size becomes smaller crystals.

## Pendahuluan

Nanokomposit merupakan material yang dibuat dengan menyisipkan nanopartikel dalam sebuah sampel material makroskopik. Nanokomposit dihasilkan dari pencampuran dalam sejumlah fase yang berbeda. Pencampuran ini dapat menghasilkan sifat baru yang lebih unggul dibandingkan dengan material asal. Dengan penggabungan semikonduktor ZnO/TiO<sub>2</sub> komposit partikel nano diharapkan dapat meningkatkan sifat fisik dan karakteristik katalis. Pertemuan antara semikonduktor TiO<sub>2</sub> dengan ZnO secara tidak langsung mempengaruhi energi dan proses transfer muatan antarmuka. ZnO memiliki energi gap yang sama seperti TiO<sub>2</sub> anatase dengan energi gap sebesar 3,2 eV. Hingga saat ini katalis TiO<sub>2</sub> terutama dalam bentuk kristal anatase memiliki aktivitas fotokatalitik yang tinggi, stabil dan tidak beracun. ZnO di sini digunakan sebagai dopan yang melapisi permukaan kristal TiO<sub>2</sub>, sehingga kehadiran ZnO mampu meningkatkan energi gap dari semikonduktor TiO<sub>2</sub> (Rao, 2004).

Fenol merupakan salah satu senyawa organik yang bersifat karsinogenik dan merusak kesehatan manusia berupa kerusakan hati dan ginjal hingga kematian meskipun dalam konsentrasi yang rendah. Salah satu limbah yang mengandung senyawa fenol adalah limbah rumah sakit yang berasal dari hasil cucian sterilisasi alat, bahan kimia laboratorium yang sangat berbahaya jika dibuang begitu saja ke lingkungan. Oleh karena itu, fenol perlu dihilangkan dari air limbah sebelum dibuang (Wardhani, 2008). Saat ini berbagai teknik atau metode penanganan limbah fenol telah dikembangkan, di antaranya adalah metode adsorpsi. Namun metode ini ternyata kurang begitu efektif karena fenol yang diadsorpsi tersebut masih terakumulasi di dalam adsorben yang pada suatu saat nanti akan menimbulkan persoalan baru. Salah satu alternatif yang potensial untuk penanganan senyawa fenol adalah dengan proses fotokatalisis.

Mekanisme dasar yang memungkinkan terjadinya proses tersebut adalah terbentuknya pasangan electron-hole pada permukaan katalis semikonduktor ketika diinduksi oleh energi foton yang sesuai. Elektron yang tereksitasi dan sampai ke permukaan katalis dapat mereduksi logam berat, sedangkan hole yang terbentuk dapat menghasilkan radikal •OH yang akan mendegradasi (mengoksidasi) limbah organik seperti fenol (Slamet, dkk., 2005). Berbagai

metode telah digunakan oleh beberapa peneliti untuk memperoleh kristal nanokomposit ZnO/TiO<sub>2</sub>. Penelitian yang dilakukan oleh M. Faezi (2008), mensintesis nanokomposit ZnO/TiO<sub>2</sub> dengan metode sol gel dari prekursor Titanium tetra isopropoksida dan Zink nitrat menggunakan suhu kalsinasi 600°C. Nanokomposit ZnO/TiO<sub>2</sub> juga berhasil disintesis Thanittha Samerjai (2009), dengan metode spray pirolisis menghasilkan kristal heksagonal berukuran 10-30 nm. Namun metode ini dalam sintesisnya cukup sulit karena membutuhkan gas oksigen dan metana untuk proses spray. Penelitian lain core shell nanokomposit ZnO/TiO<sub>2</sub> dilakukan oleh Reza Ebrahemifard (2010) pada suhu kalsinasi 500°C, dengan kristal berukuran 40 nm dan dikarakterisasi fotoluminisense. Dari berbagai penelitian tersebut, maka diperlukan pengembangan metode agar reaksi berlangsung lebih efisien. Salah satu metode yang dapat dikembangkan dalam sintesis oksida adalah metode sonokimia (Suslick, 1999).

Prinsip metode sonokimia adalah memanfaatkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi sangat tinggi yang diiradiasikan ke dalam larutan. Ketika suatu larutan diiradiasi dengan gelombang ultrasonik, maka dalam larutan tersebut terjadi tumbukan antarpartikel penyusun larutan yang bertekanan tinggi. Ketika antarpartikel penyusun kecil ini saling bertumbukan, maka suhu lokal bisa mencapai 5000 K dengan laju pendinginan 1011 K/s (Suslick, 1999). Selain metodenya lebih mudah dan jalur reaksinya lebih cepat, metode sonokimia juga memiliki kelebihan dapat memecah agregat kristal berukuran besar menjadi agregat kristal berukuran kecil hingga dapat berskala nano. Dari beberapa kelebihan metode sonokimia tersebut, maka penelitian ini diharapkan dapat menekankan pada teknik preparasi nanokomposit ZnO/TiO<sub>2</sub> dengan metode sonokimia. Selain itu dilakukan pula kajian terhadap beberapa sifat kimia/fisika nanokomposit ZnO/TiO<sub>2</sub> yang nantinya akan di aplikasikan dalam fotokatalisis fenol.

## Metode Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat gelas (Pyrex), Magnetic stirrer (IKAMAG), Oven (Memmert), pipet tetes, neraca analitik (Ohaus), *Cleaning bath ultrasonic* (BRANSON 1510, 45 kHz), Furnace (Barnstead Thermolyne 1400), X-Ray Diffraction (Siemens D-5000), Scanning

Electron Microscope Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (SEM-EDX) (LEO 1530VP), Diffuse Reflectance Ultra Violet (DR-UV) (UV 1700 PHARMASPEC) dan lampu UV dengan panjang gelombang 365 nm.

Bahan yang digunakan adalah Titanium butoxide 98% [ $\text{Ti}(\text{C}_{16}\text{H}_{36}\text{O}_4)$ ] (Merck), Etanol 96% [ $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ] (Merck), [ $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ] (Merck),  $\text{CH}_3\text{COOH}$  100% (Merck), aqua DM, larutan kalium ferisianida 8%, larutan 4-aminoantipirin 2% (Merck),  $\text{NH}_4\text{OH}$  0,5N (Merck),  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  0,2M (Merck),  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  0,2M (Merck), limbah cair rumah sakit yang mengandung fenol.

Nanokomposit  $\text{ZnO}/\text{TiO}_2$  dengan variasi dopan  $\text{ZnO}$  1%; 3% dan 5% mol dipreparasi dengan metode sonokimia. Perlakuan awal dilakukan dengan menyiapkan sebanyak 5 mL Ti butoxide 98% yang telah dilarutkan kedalam etanol 96% sebanyak 30 mL kemudian dilakukan proses disonikasi selama 15 menit. Proses sonikasi dilakukan dengan memasukkan larutan dalam beaker ke dalam ultrasonic bath sehingga adanya getaran inilah larutan akan menjadi lebih homogen. Kemudian ditambah larutan yang terdiri dari campuran 10 mL aqua DM; 5 mL  $\text{CH}_3\text{COOH}$  100% dan 30 mL etanol 96%. Kemudian dilakukan proses sonikasi selama 15 menit. Untuk dopan  $\text{ZnO}$  dibuat dengan melarutkan sebanyak  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  0,12415 gram ke dalam 30 mL etanol dengan perbandingan (mol Zn : mol Ti = 1 : 100). Secara tetes demi tetes larutan tersebut ditambahkan sambil disonikasi selama 15 menit. Kemudian larutan diaging selama 24 jam pada suhu kamar hingga nantinya membentuk gel. Untuk menguapkan pelarut seperti etanol dan air sampel dikeringkan dalam oven pada suhu  $100^\circ\text{C}$  selama 3 jam. Proses furnace dilakukan pada suhu  $500^\circ\text{C}$  selama 3 jam untuk mendapatkan serbuk oksida berwarna putih.

Untuk mensintesis nanokomposit  $\text{ZnO}/\text{TiO}_2$  dengan variasi dopan  $\text{ZnO}$  3% dan 5%, prosedurnya sama seperti pada sintesis  $\text{ZnO}/\text{TiO}_2$  dopan 1%. Perbedaannya terletak dalam perbandingan mol yang digunakan. Untuk dopan  $\text{ZnO}$  3% dilakukan dengan perbandingan (mol Zn : mol Ti = 3 : 100), sedangkan untuk dopan  $\text{ZnO}$  5% dengan perbandingan (mol Zn : mol Ti = 5 : 100). Nanokomposit  $\text{ZnO}/\text{TiO}_2$  dianalisis menggunakan difraktometer sinar-X (XRD) hal ini agar diketahui struktur kristal dan ukuran kristal hasil sintesis, selain itu untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan dari

dopan  $\text{ZnO}$  terhadap struktur kristal katalis  $\text{ZnO}/\text{TiO}_2$ . Analisis XRD kristal dilakukan pada sudut antara  $3^\circ$  sampai  $90^\circ$ .

Diffuse Reflectance-UV (DR-UV) untuk mengetahui nilai band gap dari masing masing katalis karena berpengaruh terhadap kinerja semikonduktor dalam mengalirkan elektron dan hole. Alat yang digunakan adalah spektrofotometer UV-Vis. Analisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis dilakukan dengan rentang panjang gelombang dari 200 nm sampai 800 nm, hasil pembacaan dari analisis ini adalah absorbansi dan panjang gelombang.

Analisis Scanning Electron Microscope Energy Dispersive X-Ray (SEM-EDX) yang digunakan untuk mengetahui foto permukaan komposit  $\text{ZnO}/\text{TiO}_2$  dengan kemampuan perbesaran yang tinggi. Selain itu juga dapat mengetahui % mol  $\text{ZnO}$  yang terdopankan didalam katalis. Pada analisis menggunakan spektrofotometer Scanning Electron Microscope Energy Dispersive X-Ray (SEM-EDX) dilakukan preparasi sampel dengan memberikan lapisan emas-palladium pada permukaan yang akan difoto (scane). Perbesaran yang digunakan pada analisis SEM-EDX ini yaitu perbesaran awal 20.000 kali serta perbesaran akhir 60.000 kali. Analisis EDX didapatkan % massa masing-masing unsur yang terkandung didalam katalis.

Pengujian efektivitas katalis  $\text{ZnO}/\text{TiO}_2$  dilakukan pada degradasi limbah fenol, dengan menggunakan reaktor fotokatalis yang dilengkapi dengan lampu UV pada panjang gelombang 365 nm. Penambahan katalis dilakukan pada kondisi massa katalis dan waktu penyinaran optimum. Dari hasil optimasi yang dilakukan (Astuti, 2010) didapatkan data optimasi massa katalis sebesar 0,75 mg dan optimasi waktu penyinaran selama 120 menit. Untuk mendeteksi adanya senyawa fenol, maka dilakukan pengkompleksan menggunakan larutan 4-aminoantipirin dan kalium besi(III)sianida. Konsentrasi fenol akan diketahui setelah sampel dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang optimum 506 nm.

## Hasil dan Pembahasan

Pada preparasi nanokomposit  $\text{ZnO}/\text{TiO}_2$ , larutan prekursor Ti butoksida akan mengalami hidrolisis dengan cepat membentuk  $[\text{Ti}(\text{OH})_4]$  setelah direaksikan dengan campuran air, etanol dan  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . Setelah  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$  ditambahkan ke dalam campuran tersebut, maka Zn nitrat juga mengalami hidrolisis

membentuk  $[\text{Zn}(\text{OH})_2]$ . Perlakuan sonikasi menyebabkan larutan tampak lebih homogen dengan membentuk suspensi berwarna putih, karena terjadi pemecahan agregat hidroksida logam dengan adanya radiasi gelombang ultrasonik sehingga akan terjadi difusi atom antara kedua molekul, selanjutnya larutan mengalami reaksi kondensasi dan melepaskan  $\text{H}_2\text{O}$  menjadi  $\text{ZnO}/\text{TiO}_2$ .

Hasil analisis X-ray difraktometer menunjukkan nanokomposit  $\text{ZnO}/\text{TiO}_2$  baik 1%; 3% dan 5% memiliki puncak  $2\theta$  tertinggi yang berada pada sekitar  $25^\circ$  dengan intensitas yang tajam. Puncak ini merupakan kekhasan dari puncak senyawa  $\text{TiO}_2$  anatase. Kemudian dilakukan pengecekan pada data Powder Diffraction File (PDF) untuk melihat kecocokan antara pola difraksi dari data standar dengan pola difraksi  $\text{TiO}_2$  hasil pengukuran.

Pada difraktogram ketiga katalis menunjukkan puncak  $\text{ZnO}$  pada  $2\theta = 35^\circ$  tidak terlihat jelas, ini disebabkan  $\text{ZnO}$  tidak terdispersi sempurna pada permukaan  $\text{TiO}_2$ . Sifat dari prekursor Ti butoksida yang cepat terhidrolisis dan tidak segera bereaksi dengan prekursor lain (dalam hal ini  $\text{ZnO}$ ) sehingga dengan cepat membentuk kristal  $\text{TiO}_2$ . Untuk mengetahui komposisi  $\text{ZnO}$  yang terdopankan maka perlu dilakukan karakterisasi Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (SEM-EDX). Berdasarkan difraktogram nanokomposit  $\text{ZnO}/\text{TiO}_2$  lebih cenderung sesuai dengan data standar  $\text{TiO}_2$  anatase (JCPDF #84-1285) hal ini menunjukkan bahwa pada hasil preparasi nanokomposit  $\text{ZnO}/\text{TiO}_2$  merupakan fasa dari  $\text{TiO}_2$  berbentuk anatase sehingga dapat diketahui bahwa proses penambahan dopan  $\text{ZnO}$  yang dilakukan tidak mengubah struktur kristal katalis  $\text{TiO}_2$ .

Dari pola difraksi, ukuran kristal dapat diestimasi dengan menggunakan persamaan Debye-Scherrer:  $D = \frac{0,94\lambda}{FWHM \sin \theta}$  di mana  $D$  merupakan ukuran kristalit,  $\theta$  adalah sudut difraksi,  $\lambda$  merupakan panjang gelombang sinar-X yang digunakan, dan  $B$  merupakan full width at half maximum (FWHM) dari puncak refleksi dengan bantuan analisis Lorentzian. Hasil perhitungan ukuran kristal untuk setiap puncak refleksi ditunjukkan pada Tabel 1.

Hasil sintesis menunjukkan adanya penambahan dopan  $\text{ZnO}$  1%; 3% dan 5% menyebabkan penurunan intensitas dan ukuran kristalnya semakin kecil hal ini disebabkan penambahan dopan  $\text{ZnO}$  dapat memperkecil

ukuran agregat  $\text{TiO}_2$  sehingga ukuran kristal menjadi lebih homogen. Ukuran kristal yang kecil dapat memperluas permukaan katalis, sehingga kinerja katalis menjadi efektif. Tetapi adanya penambahan dopan  $\text{ZnO}$  yang terlalu banyak akan menyebabkan sebagian permukaan aktif dari  $\text{TiO}_2$  tertutupi oleh kristal  $\text{ZnO}$  sehingga dapat menurunkan aktivitas katalis. Dengan demikian penambahan dopan  $\text{ZnO}$  yang semula dapat menjadi pendonor elektron yang mencegah terjadinya rekombinasi elektron-hole tidak dapat bekerja dengan baik.

**Tabel 1.** Ukuran kristal nanokomposit  $\text{ZnO}/\text{TiO}_2$

Sampel	FWHM	Ukuran (nm)
% $\text{ZnO}/\text{TiO}_2$	0,6889	23,66
3% $\text{ZnO}/\text{TiO}_2$	0,8493	19,19
5% $\text{ZnO}/\text{TiO}_2$	0,9362	17,41

Karakterisasi dengan DR-UV dilakukan untuk menentukan besarnya energi gap yang dihasilkan oleh semikonduktor yang telah disintesis. Energi gap merupakan energi celah antara pita valensi yang penuh elektron dengan pita konduksi yang kosong elektron. Harga energy gap pada semikonduktor sangat penting karena berpengaruh terhadap kinerja semikonduktor dalam mengalirkan elektron dan hole. Energy gap yang terlalu kecil akan menyebabkan loncatan elektron dari pita valensi ke pita konduksi sehingga elektron kurang bebas, sedangkan energy gap yang terlalu besar akan menghambat loncatan elektron sehingga aliran elektron akan terhambat.

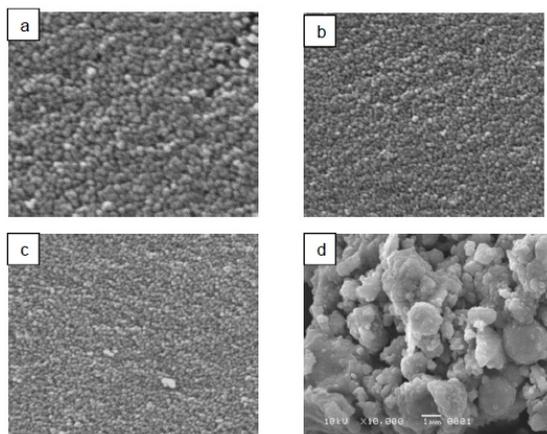
**Tabel 2.** Energy Gap nanokomposit  $\text{ZnO}/\text{TiO}_2$

Sampel	Energi Gap (eV)
1% $\text{ZnO}/\text{TiO}_2$	3,31
3% $\text{ZnO}/\text{TiO}_2$	3,35
5% $\text{ZnO}/\text{TiO}_2$	3,42

Energy gap nanokomposit  $\text{ZnO}/\text{TiO}_2$  1%; 3% dan 5% menunjukkan peningkatan, sehingga dengan adanya dopan  $\text{ZnO}$  selain dapat memperkecil ukuran partikel juga dapat meningkatkan energi gap. Namun demikian, jika dopan  $\text{ZnO}$  yang ditambahkan terlalu banyak menyebabkan energi gap akan lebih besar, maka loncatan elektron dari pita valensi ke pita konduksi akan terhambat yang akan berakibat menghambatnya aliran elektron.

Untuk mengetahui morfologi dan pori-pori dari padatan yang telah disintesis dilakukan uji SEM. Salah satu syarat padatan sebagai katalis adalah tersedianya pori untuk

memperluas permukaan yang dapat digunakan oleh substrat untuk bereaksi. Ukuran pori padatan tidak boleh terlalu besar ataupun terlalu kecil. Jika pori terlalu kecil maka penambahan luas permukaan semikonduktor akan sedikit. Jika pori terlalu besar maka semikonduktor akan bersifat rapuh dan tidak stabil terhadap perlakuan selama aplikasi. Hasil foto SEM ditunjukkan pada Gambar 1 dengan perbesaran 60.000 kali.



**Gambar 1.** Hasil foto permukaan ZnO/TiO<sub>2</sub> menggunakan Scanning Elektron Microscope Perbesaran 60.000 kali, (a) 5% ZnO/TiO<sub>2</sub> dan (b) 3% ZnO/TiO<sub>2</sub> (c) 5% ZnO/TiO<sub>2</sub> (d) ZnO/TiO<sub>2</sub> metode sol gel

Hasil SEM ZnO/TiO<sub>2</sub> metode sol gel memperlihatkan bentuk kristal yang tidak homogen dan teramati dengan bentuk membulat. Ketidakhomogenan ini akibat adanya sintering, yaitu penggerombolan kristal karena adanya pemanasan yang tinggi. Jika dibandingkan dengan foto SEM menggunakan metode sol gel, ternyata metode sonokimia lebih baik karena dapat memecah agregat, sehingga atom terdifusi dengan sempurna dan ukuran kristalnya lebih homogen.

Dari hasil analisis SEM-EDX didapatkan komposisi senyawa pada hasil foto kristal tersebut. Spektrum EDX ZnO/TiO<sub>2</sub> memperlihatkan munculnya puncak Ti dan Zn. Puncak Ti ditunjukkan dengan warna hijau, sedangkan puncak Zn ditunjukkan dengan warna merah. Setelah dilakukan perhitungan dari data % massa Zn, maka diperoleh % mol Zn yang terdopankan dalam katalis TiO<sub>2</sub> terlihat pada Tabel 3.

Reaksi fotodegradasi memerlukan empat komponen utama yang penting yaitu sumber cahaya, senyawa target, oksigen dan fotokatalis. Pada penelitian ini, sumber cahaya yang

digunakan berupa lampu UV; senyawa target adalah fenol dalam larutan berair, oksigen dari gas O<sub>2</sub> yang berada di udara yang berfungsi untuk menangkap elektron dari fotokatalis berupa ZnO/TiO<sub>2</sub>. Fotodegradasi fenol dilakukan dengan bantuan sinar UV dengan panjang gelombang 365 nm, Pengadukan dilakukan supaya sinar UV dapat mengenai semua bagian fotokatalis secara merata dan memberi kesempatan pada katalis untuk bersinggungan dengan senyawa fenol.

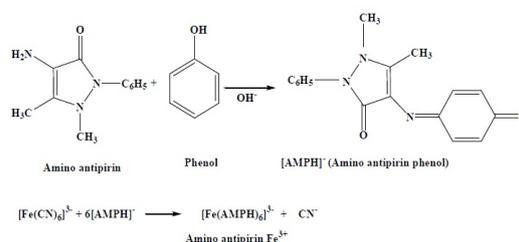
**Tabel 3.** Persen mol Zn yang Terdopankan dalam ZnO/TiO<sub>2</sub>

Sampel	% mol Zn (acuan)	%mol Zn terdopankan
1%ZnO/TiO <sub>2</sub>	1	0,876
3%ZnO/TiO <sub>2</sub>	3	1,76
5%ZnO/TiO <sub>2</sub>	5	4,19

**Tabel 4.** Hasil Perhitungan % Degradasi fenol

sampel	absorbansi	konsentrasi awal (ppm)	konsentrasi sisa (ppm)	konsentrasi terdegradasi (ppm)	% Degradasi
tanpa katalis	1,4554	3,9079	-	-	-
1% ZnO/TiO <sub>2</sub>	0,4031	3,9079	0,9353	2,9726	76,0664
3% ZnO/TiO <sub>2</sub>	0,2788	3,9079	0,5841	3,3238	85,0533
5% ZnO/TiO <sub>2</sub>	0,1357	3,9079	0,1799	3,728	95,3965

Pengukuran absorbansi sampel, menggunakan spektrofotometer UV-Vis yang terlebih dahulu menentukan panjang gelombang maksimum dan kurva kalibrasi dari larutan standar fenol. Kompleks fenol yang terbentuk mempunyai panjang gelombang maksimum sekitar 506 nm. Penentuan kadar fenol dilakukan menggunakan 4-amino antipirin yang akan mengikat senyawa fenol kemudian dikomplekskan dengan kalium ferisianida membentuk senyawa kompleks berwarna kuning-kemerahan. Senyawa hasil reaksi pembentukan kompleks fenol-aminoantipirin-Fe<sup>3+</sup> dapat dilihat pada Gambar 2 struktur [AMPH] yang terbentuk terstabilkan oleh adanya perpanjangan ikatan rangkap konjugasi.



**Gambar 2.** Pembentukan kompleks amino antipirin fenol dengan ferisianida (Kidak, R., dan N. H. Ince. 2007)

Sampel fenol didegradasi menggunakan waktu penyinaran 120 menit dan massa katalis 75 mg (Astutik, 2010). Persentase degradasi dapat dihitung dengan menggunakan

persamaan degradasi (Ali dan Siew, 2006).

$$\text{Persentase degradasi (\%D)} : \frac{C_0 - C_t}{C_0} \times 100\%$$

Keterangan :

Co: konsentrasi pada saat 0 menit (mula-mula)

Ct: konsentrasi pada saat t menit

Degradasi fotokatalitik dengan menggunakan nanokomposit ZnO/TiO<sub>2</sub> menunjukkan penurunan konsentrasi fenol yaitu 76,0664 % untuk sampel dengan penambahan ZnO/TiO<sub>2</sub> 1%, untuk sampel dengan penambahan ZnO/TiO<sub>2</sub> 3% didapatkan persentase degradasi sebesar 85,0533 % dan untuk sampel dengan penambahan ZnO/TiO<sub>2</sub> 5% didapatkan persentase degradasi sebesar 95,3965%. Berdasarkan data diatas, terlihat bahwa kinerja katalis nanokomposit ZnO/TiO<sub>2</sub> 1%; 3% dan 5% dapat dikatakan baik dalam mendegradasi limbah cair fenol.

### Simpulan

Penambahan dopan ZnO ternyata tidak mengubah struktur kristal katalis TiO<sub>2</sub>, tetapi mempengaruhi intensitas dan ukuran agregat kristal menjadi semakin kecil. Dopan ZnO yang melapisi permukaan TiO<sub>2</sub> ternyata dapat meningkatkan nilai band gap katalis sehingga proses rekombinasi elektron menjadi lebih lama dan proses fotokatalitik lebih efektif. Uji aktivitas nanokomposit ZnO/TiO<sub>2</sub> menunjukkan hasil yang cukup baik dalam mendegradasi senyawa fenol.

### Daftar Pustaka

- Ali, R dan Siew, O.B. 2006. Photodegradation of New Methylene Blue N In Aqueous Solution Using Zink Oxide And Titanium Dioxide as Catalyst. Chemistry Departement, Faculty of Science. Universiti Teknologi Malaysia, Johor Baru. Jurnal Teknologi, 45(F) Dis. 2006: 31 – 42
- Astutik, Puji. 2010. Efektivitas Degradasi Fenol Secara Fotokatalitik dengan Padatan ZnTiO<sub>3</sub> yang Dipreparasi Dengan Metode Sol-Gel. Skripsi Kimia. Universitas Negeri Semarang
- Ebrahimifard, Reza. 2010. Synthesis of ZnO/TiO<sub>2</sub> Core/Shell Type Nanocomposite via Sol-Gel Method. Journal Key Engineering Materials (Vol. 471 - 472). University of Teheran, Iran
- Faezi, M. 2008. Two Step Sonochemical Synthesis Of ZnO/TiO<sub>2</sub> Nanocomposite. Materials Research Bulletin 43 (2008) 1066–1073 . Department of Materials Science and Engineering, National Cheng Kung University, Tainan 701, Taiwan
- Rao, C. 2004. The Chemistry of Nanomaterials: Synthesis, Properties and Applications. Volume 1 : 3-527-30686-2
- Slamet, Arbianti R., dan Daryanto. 2005. Pengolahan limbah organik (fenol) dan logam berat (Cr<sup>6+</sup> atau Pt<sup>4+</sup>) secara simultan dengan fotokatalis TiO<sub>2</sub>, ZnO-TiO<sub>2</sub> dan CdS-TiO<sub>2</sub>. Departemen Teknik Gas dan Petrokimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok. Vol. 9(2) 66-71
- Suslick, S Kenneth. 1999. Applications of ultrasound To materials chemistry. Annual Reviews. Mater. Sci. 29:295–326
- Thanittha. 2009. Characterization of ZnO/TiO<sub>2</sub> Nanocomposites Synthesized by Flame Spray Pyrolysis. Nanoscience Research Laboratory (NRL), Department of Chemistry, Faculty of Science, Chiang Mai University. 23(1): 87-90
- Wardhani, Sri. 2008. Studi Pengaruh Konsentrasi Zn (II) Pada Preparasi Katalis Zeolit-ZnO Terhadap Oksidasi Fenol. Malang : Kimia FMIPA Universitas Brawijaya. Vol. 11, No.3, 199-209