

## DEGRADASI ZAT WARNA PADA AIR GAMBUT MENGUNAKAN METODE KOMBINASI KOAGULASI DAN FOTOKATALITIK ZnO

### *DEGRADATION COLOR SUBSTANCES IN PEAT WATER BY COMBINATION COAGULATION AND PHOTOCATALYTIC ZnO*

<sup>1\*</sup> Fatimah Juhra, <sup>2</sup>Suprihanto Notodarmodjo

<sup>1,2</sup> Program Studi Magister Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung

Jl Ganesha 10 Bandung 40132

<sup>1\*</sup>fatimahzuhra28@gmail.com, <sup>2</sup>suprihanto@ftsl.itb.ac.id

**Abstrak:** Telah dilakukan penelitian tentang degradasi intensitas zat warna air gambut dengan fotokatalis ZnO. Penelitian ini meliputi proses pre-treatment dengan koagulasi dan post treatment dengan penentuan jumlah optimum fotokatalis ZnO, pH optimum dan konstanta laju reaksi (*k*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses pre-treatment menggunakan koagulasi dengan koagulan aluminium sulfat pada dosis 110 ppm dan pH 6,5 dengan persentase penyisihan kekeruhan, warna dan TSS, masing-masing 89%, 78% dan 98%. Pada proses fotokatalis menunjukkan bahwa kondisi optimum proses degradasi intensitas zat warna pada air gambut memerlukan 0,5 g/L katalis ZnO, pH 4 dan waktu radiasi sinar UV selama 120 menit. Konstanta laju fotodegradasi intensitas zat warna sebesar 0,0209 menit<sup>-1</sup> dengan persentase degradasi sebesar 20,54 %. Air gambut sebelum perlakuan memiliki konsentrasi intensitas zat warna sebesar 527 Pt.Co dapat disisihkan menjadi 10 Pt.Co dengan kombinasi koagulasi dan fotokatalis ZnO.

**Kata kunci:** Air Gambut, Aluminium Sulfat, Fotokatalis, Koagulasi, ZnO

**Abstract :** Has done research on the degradation of color substances in peat water with photocatalysts ZnO. This study includes pretreatment process with coagulation and post treatment to determine the optimum dose of ZnO photocatalyst, optimum pH and the reaction rate constant (*k*). The result showed that the pretreatment process using coagulation with Al<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> at 110 ppm dose, and pH 6,5 with the percentage of removal for turbidity, color and TSS are 89%, 78%, and 98%, respectively. Photocatalysts process showed that the optimum condition of color substance degradation in peat water requires 0,5 g/L ZnO, pH 4 and UV radiation for 120 minutes. Photodegradation rate constant of 0,0209 min<sup>-1</sup> and the percentage of degradation is 20,54%. The peat water before treatment has color substance concentration can be set aside for 527 Pt.Co to 10 Pt.Co with the combination of coagulation and ZnO photocatalysts process.

**Key words:** Aluminum Sulfate, Coagulation, Peat Water, Photocatalyst, ZnO

---

### PENDAHULUAN

Sumber air bersih saat ini sulit didapatkan sedangkan populasi manusia semakin bertambah sehingga kebutuhan air bersih meningkat. Salah satu sumber daya air di Indonesia adalah air gambut, Indonesia memiliki lahan gambut terluas di antara negara tropis, yaitu sekitar 21 juta ha, yang tersebar terutama di Sumatera, Kalimantan dan Papua. Di Kalimantan sebaran air gambut terdapat di Kalimantan Tengah dan Kalimantan Selatan. Saat ini sebagian besar lahan gambut dimanfaatkan dalam bidang pertanian. Masyarakat yang mendiami wilayah gambut masih kesulitan dalam mendapatkan air bersih karena air gambut bersifat asam dan berwarna coklat. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air mendefinisikan air gambut tidak layak di konsumsi sehingga harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu agar menjadi layak di konsumsi.

Pengolahan air bersih sangat penting untuk memperbaiki kualitas sumber air yang tercemar. Penggunaan koagulan  $\text{Al}_2\text{SO}_4$  dan PAC sudah umum diterapkan untuk pengolahan air bersih seperti pada penelitian Suherman 2013 yang menggunakan metode koagulasi dengan koagulan  $\text{Al}_2\text{SO}_4$  dan PAC untuk menurunkan zat warna dan turbiditas pada air gambut (Sutapa, 2014), sehingga pada penelitian ini akan dipilih salah satu koagulan untuk digunakan pada proses pre-treatment dalam mendegradasi intensitas zat warna dan kekeruhan pada air gambut.

Telah banyak metode yang digunakan dalam pengolahan air gambut namun masih kurang efektif. Seperti pada penggunaan metode adsorpsi yang kurang efektif karena zat warna yang diadsorpsi akan terakumulasi dengan adsorben sehingga dapat menimbulkan masalah baru (Wijaya, et al, 2006). Metode lumpur aktif juga kurang efektif karena beberapa jenis zat warna memiliki sifat yang resisten untuk didegradasi secara biologis (Nandiyanto, 2008). Banyaknya kelemahan metode yang dilakukan dalam pengolahan air, maka diperlukan alternatif pengolahan yang murah dan mudah dengan mengembangkan metode fotodegradasi menggunakan semikonduktor fotokatalis dan sinar ultraviolet.

Fotokatalis ZnO telah banyak digunakan untuk mendegradasi intensitas zat warna dan asam humat, seperti pada penelitian Oskoei, dkk (2016) dan Taghi, dkk (2014) melakukan penelitian penyisihan asam humat dari larutan dengan menggunakan UV/ZnO yang menghasilkan persen penyisihan asam humat yaitu 98,95% dan 70 %.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dilakukan penelitian degradasi zat warna pada air gambut dengan kombinasi koagulasi sebagai pre-treatment pengolahan dan fotodegradasi menggunakan semikonduktor fotokatalis ZnO dengan menggunakan sinar UV.

## **METODOLOGI**

### **Alat dan Bahan**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah jartest, magnetik stirer, spektrofotometer, pH meter, Turbidity meter, alat gelas, sentrifugasi, stopwatch. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain air gambut, aluminium sulfat, PAC dan ZnO, larutan induk Pt.Co.

### **Identifikasi Warna Air Gambut**

#### **Kurva Kalibrasi Larutan Standar Pt.Co**

Warna air gambut diukur dengan alat spektrofotometer pada panjang gelombang 400 nm larutan standar. Dari hasil pengukuran dibuat kurva standar antara absorbansi terhadap konsentrasi warna (Pt.Co). Kurva standar dibuat dengan mengukur absorbansi larutan standar pada panjang gelombang,  $\lambda = 400 \text{ nm}$ .

### **Prosedur Penelitian**

#### **Proses Pre-Treatment Koagulasi**

Koagulasi pada penelitian ini menggunakan koagulan  $\text{Al}_2\text{SO}_4$  (Aluminium Sulfat) dan PAC (Poly Aluminium Chloride). Jartest dilakukan pada 2 variasi untuk aluminium sulfat pada pH (4,5 ; 5,5 ; 6 ; 6,5 ; 7 ; 7,5) dan variasi dosis koagulan (80-130 ppm pada rentang 10) dan PAC pada pH (4,5 ; 5,5 ; 6 ; 6,5 ; 7 ; 7,5) dan dosis (16-26 ppm pada rentang 2).

#### **Proses Post-Treatment Fotokatalis ZnO**

Eksperimen fotokatalis dilakukan setelah kondisi optimum proses pre-treatment koagulasi. Didapatkan, 500 mL air gambut yang telah melewati tahap koagulasi dilanjutkan ke tahap post treatment yaitu fotokatalis yang kemudian diaduk dengan katalis ZnO dan proses oksidasi dengan sinar lampu UV A selama 120 menit. Proses ini untuk menentukan kondisi optimum pada proses fotodegradasi intensitas zat warna. Diuji tingkat dan rentang variabel untuk mendapatkan hasil yang optimal pada reaktor fotokatalis.

### Karakteristik Kimia Katalis

Karakterisasi katalis yang digunakan pada penelitian ini adalah XRD, BET dan FTIR. Tujuannya adalah untuk mengetahui ukuran pori katalis, luas permukaannya dan gugus fungsi pada katalis sebelum dan setelah proses fotokatalis.

### Percobaan Optimasi Fotokatalis

#### Variasi pH

Menurut Ali and Siew (2006) pH berperan untuk mengkarakterisasi air yang akan diolah dan menghasilkan radikal hidroksi. Radikal hidroksi ini memiliki kereaktifan yang tinggi dalam mengoksidasi reagen sehingga dengan meningkatnya jumlah radikal hidroksi maka semakin banyak intensitas zat warna yang akan terdegradasi. Variasi pH pada penelitian ini menggunakan pH setelah koagulasi (kondisi asam), 7 dan 10 dengan tujuan mewakili kandungan asam dan basa pada air gambut.

#### Variasi Berat Katalis

Menurut Qourzal, et al., (2009) Jumlah katalis yang digunakan juga perlu dipelajari karena penambahan jumlah katalis akan meningkatkan reaksi fotokatalisis. Akan tetapi penambahan katalis yang berlebih dapat menurunkan aktivitas katalis dalam membentuk radikal hidroksi. Sehingga dilakukan variasi dosis pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan katalis ZnO pada dosis (0,2; 0,5; 0,8 g/L).

#### Pengukuran Analitis

Terdapat lima parameter yang akan dianalisis yaitu kekeruhan, TSS, TDS, intensitas zat warna dan pH. Kekeruhan diukur dengan menggunakan turbidimeter jenis TurbiCheck (Lovibond). TSS diukur dengan metode Gravimetri. TDS diukur dengan TDS meter. Analisa zat warna menggunakan Spectrofotometer jenis Spectronic 20+ dan pH menggunakan pH 300 (Hanna Instrument). Efektifitas penyisihan dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{efektifitas \%} = 100 - \left( \frac{\text{konsentrasi akhir}}{\text{konsentrasi awal}} \times 100 \right) \quad (1)$$

#### Kinetika Fotokatalis

Model Langmuir-Hinshelwood (L-H) dilihat pada rumus berikut:

$$\ln \left( \frac{C_0}{C} \right) = kKt = k't \quad (2)$$

Dimana,  $C_0$  adalah konsentrasi awal (mg/L),  $C$  adalah konsentrasi warna pada waktu  $t$  (mg/L),  $t$  adalah waktu penyinaran,  $k'$  adalah dekolonisasi pada waktu konstan (/min),  $k$  adalah nilai pada saat reaksi konstan (/min) dan  $K$  adalah koefisien adsorpsi (l/mg).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Awal Air Gambut

Sebelum dilakukan perlakuan air gambut dilakukan pengujian awal untuk mengetahui konsentrasi intensitas zat warna sebelum dilakukan pengolahan yang terjadi pada Tabel 1 dibawah ini.

**Tabel 1.** Karakteristik air gambut

Parameter	Satuan	Nilai
Warna	Pt.Co	527
Kekeruhan	Mg/L	34,4
pH	-	4,43
Zat organik	mg/L KmnO <sub>4</sub>	163
TSS	mg/L	94
TDS	mg/L	55,2

Zeta Potensial	mv	-10,60
Sumber : Uji Laboratorium		

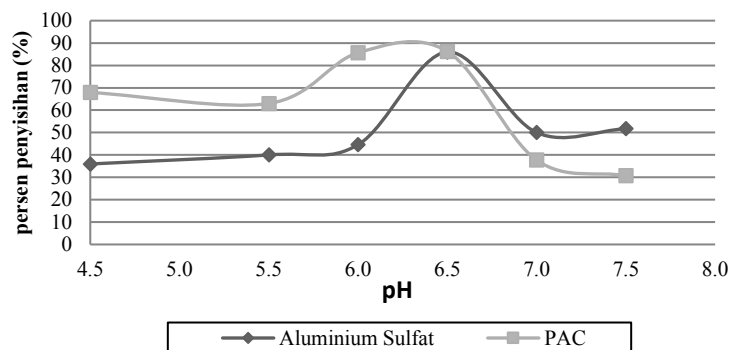
Air gambut merupakan air permukaan yang mengandung senyawa humus yang terdiri dari asam humat, asam fulvat dan humin. Ketiga senyawa tersebut mengakibatkan air gambut berwarna coklat dan bersifat asam. Air gambut pada penelitian ini memiliki pH asam yaitu 4,43 dan setelah dihitung berdasarkan larutan standar Pt.Co yang digunakan maka konsentrasi zat warnanya adalah 548,9 Pt.Co. konsentrasi warna air gambut berada diatas standar warna yang ditetapkan oleh pemerintah melalui MENKES No. 907/MENKES/SK/VII/2012 tentang standar kualitas air minum. Berdasarkan permenkes tersebut standar nilai pH 6,5-8,5 dan konsentrasi warna air maksimum yang diperbolehkan adalah sebesar 15 TCU.

### Proses Pre-Treatment Koagulasi

Proses pre-treatment pada pengolahan air gambut digunakan karena air gambut memiliki partikel yang sangat halus yaitu < 10-2 mm dan juga partikel koloid yang sulit dipisahkan dengan pengendapan bahan kimia serta masih tetap lolos jika disaring dengan saringan biasa.

### Pengaruh pH Koagulasi

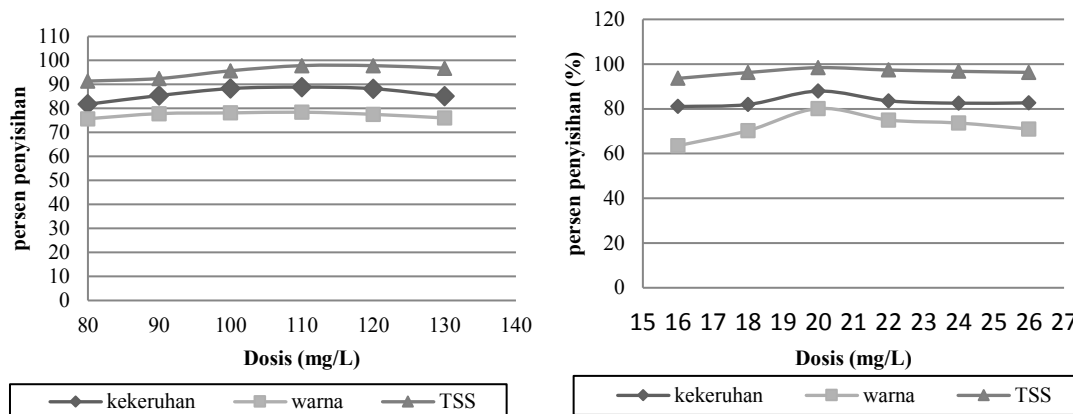
Perbedaan pH di dalam air gambut akan berpengaruh terhadap kinerja koagulan yang digunakan didalamnya sehingga sangat dibutuhkan pH yang optimum untuk menghasilkan tingkat penyisihan kekeruhan dan intensitas zat warna secara maksimal. Pengaruh variasi pH pada proses koagulasi menggunakan aluminium sulfat dapat dilihat pada Gambar 1. Air gambut memiliki nilai efisiensi penyisihan kekeruhan terbaik pada pH 6,5 pada kedua koagulan yaitu sebesar 86 % pada koagulan aluminium sulfat dan sebesar 86 % pada koagulan PAC. Efisiensi cenderung menurun saat pH kembali dinaikkan yaitu pada pH 7 mengalami penurunan hasil penyisihan menjadi 50 % untuk penyisihan kekeruhan pada koagulan aluminium sulfat dan 38 % pada koagulan PAC.



**Gambar 1.** Efisiensi penyisihan intensitas zat warna dan kekeruhan air gambut pada variasi pH

### Pengaruh Dosis Koagulasi

Dosis koagulan yang ditambahkan didalam air gambut akan berpengaruh pada penyisihan intensitas zat warna dan kekeruhan yang terkandung didalamnya. Pengaruh penambahan dosis koagulan dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Efisiensi penyisihan intensitas zat warna dan kekeruhan air gambut pada variasi dosis koagulan

**Tabel 2.** Hasil pH dan dosis optimum

Koagulan	Kondisi Optimum		awal		
	pH	Dosis (mg/L)	Kekeruhan (NTU)	Warna (PT.CO)	TSS (mg/L)
Aluminium Sulfat	6,5	110	34,6	552,7	94,0
PAC	6,5	20	37,6	509,4	94,5
<b>akhir</b>			<b>% Penyisihan</b>		
Kekeruhan (NTU)	Warna (Pt.CO)	TSS (mg/L)	Kekeruhan	Warna	TSS
3,8	119,1	1,5	89,0	78,5	98,4
4,4	101,3	1,5	88,2	80,1	94

Perlakuan pada variasi dosis dilakukan dengan mengatur pH pada nilai 6,5 sesuai dengan pH optimum kemudian ditambahkan dosis koagulan alum dari rentang 80 ppm hingga 130 ppm dan PAC (16-26 ppm). Hasil pengamatan pada variasi dosis koagulan menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis alum dan PAC yang ditambahkan akan semakin sulit flok-flok tersedimentasi. Pada Tabel 2 disajikan pH serta dosis optimum yang diperoleh dari proses pre-treatment (jar test).

### Proses Post-Treatment Fotokatalis ZnO

#### Karakteristik Katalis

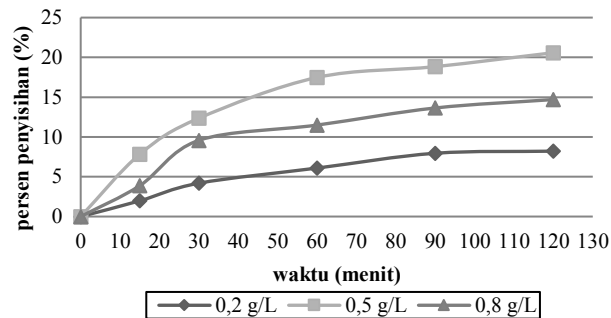
Untuk mengetahui ukuran pori katalis maka dilakukan pengujian karakteristik kimia pada katalis ZnO dengan menggunakan X-Ray Diffraction dan mengetahui luas permukaan menggunakan analisa BET . Ditunjukkan pada Tabel 3 dibawah ini.

**Tabel 3.** Karakteristik katalis

Katalis ZnO	Struktur
Bentuk Kristal	Wurtrize (Heksagonal)
Komposisi	100 %
Luas Permukaan	3,059 m <sup>2</sup> /g

### Pengaruh Dosis Katalis Terhadap Proses Fotokatalis

Dalam penelitian ini dilakukan proses fotokatalis dengan variasi dosis 0,2 mg/L, 0,5 mg/L dan 0,8 mg/L. Pada Gambar 3 menunjukkan pengaruh dosis katalis ZnO terhadap proses fotokatalis

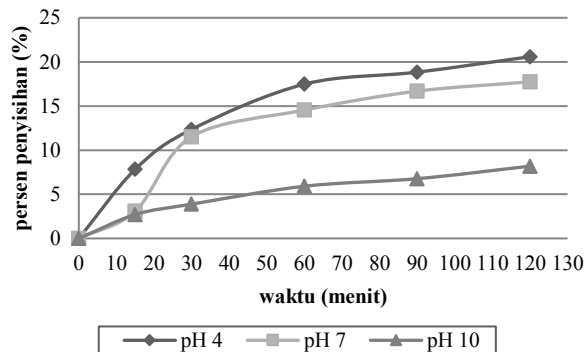


**Gambar 3.** Persentase penyisihan intensitas zat warna air gambut

Dari **Gambar 3** menunjukkan bahwa pemberian dosis 0,2 g/L hingga 0,8 g/L mengalami peningkatan degradasi intensitas zat warna. Pada dosis 0,2 g/L terlihat bahwa persentase penyisihan tertinggi berada pada 8,22 % dan terjadi peningkatan penyisihan pada dosis 0,5 g/L menjadi 20,59 %. Hal ini disebabkan semakin mendekati keadaan optimum, radikal hidroksil yang terbentuk akan semakin banyak, sehingga dapat mempercepat intensitas zat warna (Ramadhana, dkk 2013).

### Pengaruh Waktu terhadap Proses Fotokatalis

Pengaruh waktu fotokatalis terhadap penurunan absorbansi air gambut dapat dilihat pada **Gambar 4**. Fotokatalis dilakukan selama 120 menit. Setiap 30 menit air gambut dalam wadah diambil untuk menentukan penurunan absorbansi.

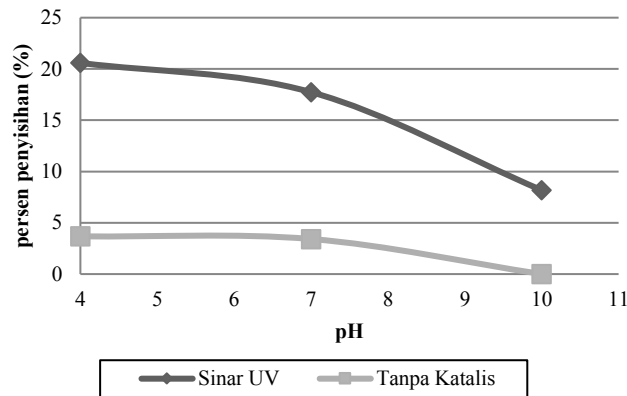


**Gambar 4.** Persentase penyisihan intensitas zat warna air gambut

**Gambar 4** menunjukkan penurunan absorbansi terhadap waktu radiasi UV dengan katalis ZnO dengan persentase penyisihan 20,59 % pada pH 4 hingga waktu 120 menit dan 17,74 % pada pH 7 serta 8,18 % pada pH 10. Persentase penurunan intensitas zat warna pada air gambut terus meningkat setiap waktunya hingga mencapai waktu kontak penyinaran 120 menit. Hal ini menunjukkan bahwa selama proses fotokatalis berlangsung terjadi proses penyerapan energi foton ( $h\nu$ ), sehingga banyak elektron pada pita valensi yang tereksitasi pada pita konduksi (hoffman, 1995).

### Pengaruh pH pada Proses Fotokatalis

Nilai pH memiliki peranan penting dalam menentukan karakteristik limbah dan pembentukan radikal hidroksil. Fotodegradasi zat warna dapat terjadi melalui mekanisme reaksi, yaitu serangan radikal hidroksil dan oksidasi langsung oleh hole<sup>+</sup> tergantung pada keadaan dasar substrat dan pH. Pada Gambar 5 dapat dilihat pengaruh pH pada proses fotokatalis ini.



**Gambar 5.** Pengaruh pH terhadap aktifitas fotokatalis

Pada **Gambar 5** terlihat bahwa semakin tinggi nilai pH yang digunakan maka akan terjadi penurunan persentase penyihan intensitas zat warna. Kondisi penyisihan terbaik pada kondisi pH asam (4) yang mencapai persen penyisihan hingga 20,59 % karena pada kondisi asam pH dapat mempengaruhi muatan pada partikel ZnO. Jumlah elektron yang dihasilkan semakin meningkat pada kondisi asam karena rekombinasi H<sup>+</sup> dan elektron berkurang sehingga aktivitas degradasi meningkat. Pada Tabel 4 menunjukkan hasil setelah proses fotokatalis.

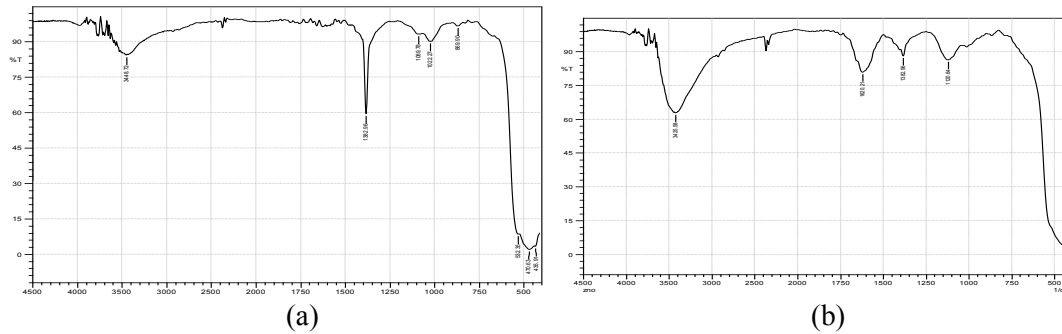
**Tabel 4.** Hasil pengolahan proses fotokatalis

Kondisi	Warna (PtCo)	% Penyisihan	pH
Sinar UV	10,64	20,59	6,7
Tanpa Sinar UV	38,2	8,99	6,53
Tanpa Katalis	98,09	3,68	4,18

Dari Tabel dapat dilihat bahwa pada proses fotokatalis menggunakan sinar UV dengan dosis katalis 0,5 g/L dan pH 4 menghasilkan penurunan intensitas zat warna menjadi 10,64 PtCo dan nilai pH menjadi 6,7, sedangkan proses tanpa sinar UV dan tanpa katalis masih memiliki intensitas zat warna yang relatif tinggi. Menurut MENKES No. 907/MENKES/SK/VII/2012 baku mutu air minum adalah 15 Pt.Co dengan pH 6,5 – 8,5 maka dengan pengolahan air gambut menggunakan proses fotokatalis ZnO sudah memenuhi baku mutu air minum untuk parameter warna dan pH.

### Spektrum FTIR katalis ZnO

Analisa FT-IR yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui pembentukan support Zno dan mengidentifikasi setiap spesies yang teradsorb pada permukaan katalis. **Gambar 6** menunjukkan spektrum FTIR katalis ZnO sebelum dan sesudah proses fotokatalis.

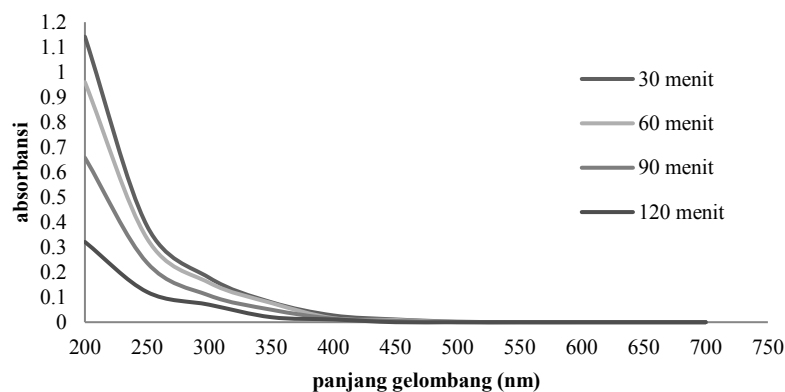


**Gambar 6.** Spektrum FTIR Katalis ZnO (a) sebelum proses fotokatalis dan (b) sesudah proses fotokatalis

**Gambar 6 (a)** menunjukkan spektrum FT-IR ZnO yang terlihat pada angka gelombang 3448,72  $\text{cm}^{-1}$  merupakan vibrasi ulur O-H yang diindikasikan dari molekul air yang ada pada permukaan ZnO dan spektrum ZnO dapat dilihat pada serapan pada daerah 400-450  $\text{cm}^{-1}$  yang pada sampel ini ditunjukkan pada angka gelombang 470,63  $\text{cm}^{-1}$ . Pada Gambar 6 (b) menunjukkan adanya vibrasi ulur OH yang teridentifikasi pada angka gelombang 3425,58  $\text{cm}^{-1}$ . Pita serapan pada angka gelombang 1620,21  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan C=C aromatik. Berdasarkan hasil analisis spektra inframerah tersebut dapat dinyatakan bahwa air gambut yang berasal dari Kalimantan Selatan didominasi oleh gugus fungsi -COOH yang ditandai dengan puncak serapan pada spektrum asam karboksilat yaitu munculnya puncak serapan pada angka gelombang 3400  $\text{cm}^{-1}$  sebagai vibrasi ulur -OH dari -COOH. Adanya vibrasi ulur C=C aromatik pada panjang gelombang 1620  $\text{cm}^{-1}$  yang merupakan bagian dari gugus fungsi asam humat menjadi meyakinkan bahwa asam humat telah teradsorb pada permukaan katalis ZnO.

### Spektrum Absorbansi UV-Vis

Spektrum absorbansi UV-Vis bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat pada air gambut. Pengujian dilakukan dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 200-700 nm. Gambar 7 menunjukkan grafik spektrum absorbansi UV-Vis hasil degradasi intensitas zat warna air gambut pada pH 4 dan dosis koagulan ZnO 0,5 g/L.



**Gambar 7.** Spektrum absorbansi UV-Vis pada kondisi optimum

Grafik spektrum absorbansi menunjukkan penurunan puncak absorbansi pada panjang gelombang 200 nm. Panjang gelombang 200 nm merupakan tipikal absorpsi untuk (RCOOH) (Affolter, dkk 200). Penurunan puncak pada panjang gelombang 200 nm menunjukkan pemutusan (RCOOH) pada air gambut selama proses fotokatalis berlangsung. seperti pada pengujian FT-IR pada katalis ZnO, (RCOOH) merupakan asam karboksilat yang diindikasikan



sebagai gugus fungsi asam humat yang terdapat pada air gambut. Kompleks senyawa yang bervariasi menyebabkan degradasi (RCOOH) terlihat lambat.

### Kinetika Proses Fotokatalis

Kinetika kimia ini bertujuan untuk mengetahui laju reaksi atau seberapa cepat proses reaksi berlangsung dalam waktu tertentu. **Tabel 5** Menunjukkan hasil plot dari model kinetika degradasi.

**Tabel 5.** Linearitas hasil plot pada setiap proses

Dosis (g/L)	L-H		orde 0		orde 1		orde 2	
	k (1/menit)	R <sup>2</sup>	k (1/menit)	R <sup>2</sup>	K (1/menit)	R <sup>2</sup>	k (1/menit)	R <sup>2</sup>
0,5	0,0209	0,9735	1,1038	0,6632	0,0209	0,9735	0,0006	0,91

Dari **Tabel 5** menunjukkan bahwa untuk proses degradasi intensitas zat warna pada air gambut dengan dosis 0,5 g/L mengikuti persamaan kinetika Langmuir-Hinshelwood yang merupakan kinetika fotokatalis dengan laju reaksi 0,0209 menit-1. Hal ini dikarenakan adanya peran katalis yang dapat mempercepat laju reaksi ke arah produk maupun ke arah pereaksi, sehingga menghasilkan rendemen produk lebih cepat. Katalis juga dapat menurunkan energi pengaktifan dengan cara menyediakan mekanisme energi yang berbeda yang memiliki jalur energi peangaktifan lebih rendah dan cahaya juga merupakan faktor yang dapat mempengaruhi laju reaksi karena akan memudahkan tercapainya energi pengaktifan untuk terjadinya suatu reaksi (Siregar. 2008).

### KESIMPULAN

Proses koagulasi dengan koagulan aluminium sulfat dapat digunakan sebagai pre-treatment pengolahan intensitas zat warna air gambut dengan persentase penyisihan kekeruhan, warna dan TSS masing-masing 89 %, 78,5 % dan 98 %. Proses degradasi intensitas zat warna pada air gambut memiliki kondisi optimum dengan dosis katalis 0,5 g/L, pH 4 dan waktu radiasi sinar UV selama 120 menit dengan persen penyisihan intensitas zat warna sebesar 20,54 %.

Kinetika degradasi zat warna memenuhi persamaan model Langmuir-Hinshelwood pada saat pH 4 dan dosis 0,5 g/L dengan nilai tetapan laju degradasi intensitas zat warna adalah 0,0209 menit-1. Kombinasi koagulasi dan fotokatalis ZnO dapat dijadikan suatu pengolahan yang efektif dalam mendegradasi intensitas zat warna hingga memenuhi baku mutu air minum yaitu 15 PtCo dan pH 6,5-8,5. Pada proses ini dapat mendegradasi intensitas zat warna hingga mencapai 10,64 PtCo dan pH menjadi 6,7.

### DAFTAR PUSTAKA

- Affolter, C., Pretsch, C., dan Buhlman, P. (2000): Structure Determination of Organic Compound. ISBN: 3-540-67815-5 Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York.
- Ali, R. and Siew, dan ooi Bon, (2006): Photodegradation of New Methylen Blue N in Aqueous Solution Using Zinc Oxide and Titanium Dioxide as Catalyst, *Jurnal Teknologi*, 45 : 31–42
- Hoffman, R.M., (1995): Environmental Applications of Semiconductor of Photocatalysis, *Chemical Reviews*, Vol. 95, No. 1, pp, 69-96
- Khezrianjoo, A. Revanasiddapa, H, D. (2012): Langmuir-Hinshelwood Kinetic Expression for The Photocatalytic Degradation of Metanil Yellow Aqueous Solution by ZnO Catalyst
- Nandiyanto, A. B. D., 2008, Catatan Kecil Mengenai Pengolahan Limbah Dengan Menggunakan Sinar Matahari, <http://io.ppi-jepang.org>,
- Oskoei, V. 2016. *Journal of Molecular Liquids* 213 (2016): 374-380

- Qourzal, S., Tamimi, M., Assabbane, A., dan Ait-Ichou, Y., 2009, Photodegradation of 2-Naphthol Using Nanocrystalline TiO<sub>2</sub>, *M.J. Condensed Mater*, 11(2) : 55–59
- Ramadhana, Al Kautsar Kurniawan., Wardhani., Sri dan Purwonugroho, Danar,(2013): Fotodegradasi Zat Warna Methyl Orange menggunakan TiO<sub>2</sub>-Zeolit dengan Penambahan Ion Persulfat. *Kimia Student Journal*. Vol. 1 (2) ; 168-174
- Singh, S. (2009): Electrical Transport and Optical Studies of Transition Metal Ion Doped ZnO and Synthesis of ZnO based Nanostructure by Chemical Route, Thermal Evaporation and Pulsed Laser Deposition. Thesis. Departmen Of Physics Indian, Institute Of Technology Madras.
- Siregar., T., B. (2008): Kinetika Kimia Reaksi Elementer. ISBN: 979-458-390-1
- Sutapa I. (2010): *Kajian Jar Test Koagulasi-Flokulasi sebagai Dasar Perancangan Instalasi Pengolahan Air Gambut (IPAG) menjadi Air Bersih*. Research Centre for Limnology. LIPI. Cibinong
- Sutapa I. (2003): "Efisiensi alum sulfat sebagai koagulan dalam proses produksi air bersih." *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Proses Kimia, Jakarta*
- Suherman, D., dan Nyoman, S., (2013): Menghilangkan Zat Warna dan Zat Organik Air Gambut dengan Metode Koagulasi-Flokulasi Suasana Bahasa. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. ISSN 0125-9849.
- T.E. Antoine, Y.K. Mishra, dan J. Trigilio, V. Tiwari, et al. (2012) 363-375
- Taghi, M., (2014): Humic Acid Degradation by The Synthesized Flower-like Ag/ZnO nanostructure as an Efficient Photocatalyst. 12:138
- Wijaya, K., Sugiharto, E., Fatimah, I., Sudiono, S., dan Kurniaysih, D., (2006): Utilisasi TiO<sub>2</sub>-Zeolit dan Sinar UV Untuk Fotodegradasi Zat Warna Congo Red, *Teknoin*, 11(3) : 199–209
- Wulandari, I., Wardhani, S., dan Purwonugroho, D., (2014): Sintesis dan Karakterisasi Fotokatalis ZnO pada Zeolit. Universitas Brawijaya. Malang. *Kimia Student Journal*, Vol. 1, No.2, pp. 241-247.