



**PENURUNAN KADAR PHOSPAT ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) DALAM AIR DENGAN  
ZEOLIT ZSM-5 TERIMPREGNASI  $\text{TiO}_2$  BERDASARKAN  
VARIASI KONSENTRASI DAN LAMA PENYINARAN**



*Manuscript*

Disusun oleh :  
Nuri Oktarina  
G1C014006

**PROGRAM STUDI D IV ANALIS KESEHATAN  
FAKULTAS ILMU KEPERAWATAN DAN KESEHATAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SEMARANG  
2018**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

*Manuscript dengan Judul*

**PENURUNAN KADAR PHOSPAT ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) DALAM AIR DENGAN ZEOLIT  
ZSM-5 TERIMPREGNASI  $\text{TiO}_2$  BERDASARKAN VARIASI  
KONSENTRASI DAN LAMA PENYINARAN**

Telah diperiksa dan disetujui untuk dipublikasi

Semarang, 8 Oktober 2018



Fandhi Aji Wardoyo, M.Sc  
NIK. 28.6.1026.277

## SURATPERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Nuri Oktarina  
NIM : G1C014006  
Fakultas/Jurusan : Ilmu Keperawatan dan Kesehatan/D IV Analis Kesehatan  
Jenis Penelitian : Skripsi  
Judul : Penurunan Kadar Phospat ( $PO_4^{3-}$ ) Dalam Air Dengan Zeolit ZSM-5 Terimpregnasi  $TiO_2$  Berdasarkan Variasi Konsentrasidan Lama Penyinaran  
Email : [nuri.oktarina83@gmail.com](mailto:nuri.oktarina83@gmail.com)

Dengan ini menyatakan bahwa saya menyetujui untuk :

1. Memberikan hak bebas royalti kepada Perpustakaan Unimus atas penulisan karya ilmiah saya, demi pengembangan ilmu pengetahuan
2. Memberikan hak menyimpan, mengali, modikan, mengali formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, serta menampilkannya dalam bentuk *softcopy* untuk kepentingan akademis kepada Perpustakaan Unimus, tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis penejita
3. Bersedia menjamin untuk mennggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak perpustakaan Unimus, di semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak eipta dalam karya ilmiah ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan semoga dapat digunakan sebagaimana mestinya

Semarang, 7 Oktober 2018

Yang Menyatakan



Nuri Oktarina

# PENURUNAN KADAR PHOSPAT ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) DALAM AIR DENGAN ZEOLIT ZSM-5 TERIMPREGNASI $\text{TiO}_2$ BERDASARKAN VARIASI KONSENTRASI DAN LAMA PENYINARAN

Nuri Oktarina<sup>1</sup>, Ana Hidayati Mukaromah<sup>2</sup>, Fandhi Adi Wardoyo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Studi D IV Analis Kesehatan Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan Universitas Muhammadiyah Semarang

<sup>2</sup> Laboratorium Kimia Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan Universitas Muhammadiyah Semarang

---

## Info Artikel

## Abstrak

---

### Keywords:

phospat,  $\text{TiO}_2$ - ZSM-5, variasi konsentrasi, variasi lama penyinaran.

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang sangat diperlukan oleh semua makhluk hidup, namun air banyak tercemar salah satunya oleh ion phospat. Ion phospat dari ion poliatomik atau radikal terdiri dari satu atom fosfor dan empat oksigen. Pencemaran phospat berasal dari limbah rumah tangga dan limbah industri. Menurut PP No.82/12/2001, ambang batas phospat yaitu 0,20mg/L. Ion phospat dapat diturunkan dengan serbuk  $\text{TiO}_2$ -ZSM-5, karena Zeolit ZSM-5 mempunyai saluran yang dapat menyaring ion atau molekul dan luas permukaan yang besar. Impregnasi  $\text{TiO}_2$  pada Zeolit dilakukan untuk meningkatkan daya kerja Zeolit ZSM-5. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui penurunan kadar phospat dalam air setelah penambahan serbuk  $\text{TiO}_2$ -ZSM-5 dengan variasi konsentrasi dan lama perendaman. Sampel yang digunakan adalah  $\text{PO}_4^{3-}$  dengan konsentrasi 30ppm, kemudian dilakukan penurunan menggunakan  $\text{TiO}_2$ -ZSM-5 dengan variasi konsentrasi (0,05% b/v, 0,10% b/v, 0,15% b/v) dan waktu penyinaran (24 jam, 48 jam, 72jam). Kemudian phospat diukur setiap konsentrasi  $\text{TiO}_2$ -ZSM-5 dan waktu penyinaran di spektrofotometer. Hasil penelitian diperoleh panjang gelombang optimum 710 nm dan waktu kestabilan 10 menit dengan kadar awal  $\text{PO}_4^{3-}$  32,93±0,5 Konsentrasi  $\text{TiO}_2$ -ZSM-5 dan lama penyinaran tertinggi dalam penurunan kadar  $\text{PO}_4^{3-}$  adalah 0,15% b/v 72jam dapat menurunkan kadar  $\text{PO}_4^{3-}$  sebesar 44,37±0,34%. Ada pengaruh variasi konsentrasi  $\text{TiO}_2$ -ZSM-5 dan waktu penyinaran terhadap penurunan kadar  $\text{PO}_4^{3-}$ .

## Pendahuluan

Kualitas air akhir-akhir ini semakin menurun salah satunya akibat pencemaran ion phospat. Pencemaran

phospat berasal dari limbah kosmetik dan limbah non kosmetik. Limbah kosmetik seperti sabun mandi, shampoo, detergen,

---

### \*Corresponding Author :

Nuri Oktarina

Pendidikan Diploma IV Analis Kesehatan, Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang Indonesia 50273

E-mail: [nuri.oktarina83@gmail.com](mailto:nuri.oktarina83@gmail.com)

sedangkan limbah non dosmetik seperti pembuangan produksi pabrik dan industri. menurut peraturan PP No.82/12/2001 ambang batas kadar fosfat dalam air adalah 0,2mg/L. Jika melebihi ambang batas dapat menyebabkan kerusakan pada ginjal (PP, 2001).

Upaya untuk mengurangi pencemaran fosfat dapat dilakukan dengan metode fotokatalitik. Metode fotokatalitik memerlukan bahan katalis semikonduktor dan radiasi sinar UV. Semikonduktor yang memiliki aktivitas fotokatalitik yang tinggi, stabil dan tidak beracun ialah  $\text{TiO}_2$  (Slamet, dkk, 2003).

$\text{TiO}_2$  merupakan semikonduktor *wide bandgap* telah banyak diteliti untuk aplikasi dalam berbagai permasalahan kontaminasi air.  $\text{TiO}_2$  menyerap cahaya UV, akan menghasilkan pasangan elektron dan *positive hole* ( $h^+$ ) pada permukaannya, yang mampu menginisiasi reaksi redoks dengan bahan kimia yang kontak dengannya (Wijaya *et al.*, 2006, Fatimah *et al.*, 2006).

Fotokatalis  $\text{TiO}_2$  kurang maksimal jika digunakan dalam keadaan murni karena mempunyai luas permukaan yang relatif rendah. Dengan demikian maka  $\text{TiO}_2$  perlu diimbangkan pada suatu absorben. Absorben yang bisa digunakan adalah Zeolite ZSM-5 karena memiliki gugus aktif berupa silika alumunia ( $\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ), luas permukaan yang besar, mempunyai saluran yang dapat menyaring ion atau molekul sehingga mampu menyerap logam berat (Poerwadio, A.D dkk, 2004). Dengan kata lain mengimpregnasikan  $\text{TiO}_2$  kedalam media pendukung seperti Zeolite ZSM-5. Impregnasi adalah upaya yang dilakukan untuk memaksimalkan kerja dari  $\text{TiO}_2$ . Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi

konsentrasi dan lama penyinaran setelah ditambah serbuk  $\text{TiO}_2$ -ZSM-5 terhadap penurunan kadar ion fosfat dalam air. Pengaruh variasi konsentrasi dapat mempengaruhi proses adsorpsi. Pada penelitian (Agusty, 2012) dilaporkan bahwa degradasi *Congo Red* defektif pada pH asam. Hasil penelitian tersebut didapatkan degradasi *Congo Red* pada pH 4, 5, 6, 7, 8, dan 9 berturut-turut sebesar 82,18%; 65,98%; 64,37%; 63,36%; 49,95%. Dari penelitian tersebut dapat diketahui bahwa semakin rendah pH yang digunakan maka aktivitas fotokatalis  $\text{TiO}_2$  semakin tinggi. Hasil penelitian oleh Mukaromah dkk., (2010) tentang penggunaan self cleaning fotokatalis  $\text{TiO}_2$  dalam mendegradasi amonium ( $\text{NH}_4^+$ ) menunjukkan bahwa lama waktu penyinaran 1500menit dan konsentrasi optimum  $\text{NH}_4^+$  30 ppm dapat menurunkan 11,40% kadar amonium.

## 1. Metode Penelitian

### 1.1 Bahan

Aquades, HCl, TPABr 0,1 M,  $\text{NaAlO}_2$ , NaOH 50%, Ludox HS-40%, serbuk  $\text{TiO}_2$ , etanol absolut,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ , ammonium molibdat 2,5%, dan pereaksi  $\text{SnCl}_2$ .

### 1.2 Alat

Peralatan yang digunakan adalah oven, botol propilen, magnetik stirer, *muffle furnace*, mortir, ayakan ukuran 100 mesh, XRD (*X-ray diffraction*), spektroskopi *infra red* (IR), neraca analitik, spektrofotometer, labu ukur, mangkok, kertas saring, filler, corong, gelas ukur, lampu UV, erlenmayer, pipet volume, dan batang pengaduk

### 1.3 Prosedur Penelitian

#### 1.3.1 Pembuatan Zeolit ZSM-5

Pembuatan zeolit ZSM-5 dengan cara dicampurkan sejumlah 0,136 g  $\text{NaAlO}_2$  dan 1,390 g NaOH 50% w/v dalam botol propilen 1. Dilarutkan 1,549 g TPA-Br dengan sejumlah air 7,3802 g dalam botol

propilen 2, dan diaduk di atas pengaduk magnetik selama 5 menit, kemudian ditambahkan 24,940 g LUDOX HS-40%, dimasukkan dalam oven 90°C selama 4 hari sehingga terbentuk padatan putih. Endapan putih dicuci dengan air dan disaring menggunakan kertas whatman 42 dan dimasukkan ke dalam oven 60°C selama 3 jam selanjutnya padatan dipanaskan pada suhu 550°C di dalam *furnace* selama 6 jam. Kemudian padatan digerus dan diayak dengan ayakan 100 mesh (Mukaromah, 2015).

#### 1.3.2 Persiapan TiO<sub>2</sub>

Serbuk Titanium Dioksida di panaskan pada suhu 100°C selama 1 jam kemudian diayak.

#### 1.3.3 Impregnasi TiO<sub>2</sub> ke dalam zeolit ZSM-5

Fotokatalis TiO<sub>2</sub> dibuat dengan cara mencampurkan 20 g zeolit hasil sintesis ditambah 1 g TiO<sub>2</sub> dicampur dengan 20 mL etanol absolut dan diaduk dengan pengaduk magnet selama 5 jam. Setelah itu campuran dikeringkan dalam oven pada temperatur 120°C selama 5 jam. Setelah kering TiO<sub>2</sub>-ZSM-5 digerus sampai halus dan dikalsinasi pada temperatur 400°C selama 5 jam (Fatimah, *et al.*, 2006).

#### 1.3.4 Optimasi Panjang Gelombang, Waktu Kestabilan dan Baku Seri

Sebelum dilakukan penetapan kadar fosfat (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) awal maupun setelah perlakuan terlebih dahulu dilakukan penetapan optimasi panjang gelombang, waktu kestabilan, dan baku seri menggunakan sampel fosfat (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) 10 ppm.

#### 1.3.5 Penetapan Konsentrasi PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> Awal

Dipipet sampel PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> 30ppm sebanyak 5,0mL dimasukkan dalam labu 50 mL ditambah aquades hingga volume 35mL,

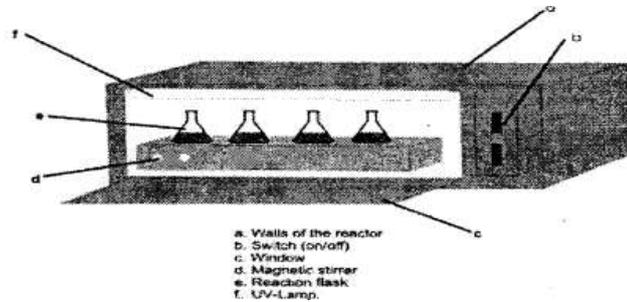
sehingga terbentuk semi gel dan dikocok selama 30 menit maka terbentuk gel yang homogen. Selanjutnya botol propilen 1 masing-masing labu ditambah ammonium molibdat 1,0 mL dan ditambah 0,5 mL SnCl<sub>2</sub>, ditepatkan hingga tanda batas dengan aquades dan dihomogenkan. Dibaca absorbansi dengan spektrofotometer pada λ 710nm dan waktu kestabilan 10 menit.

#### 1.3.6 Perlakuan sampel fosfat dengan TiO<sub>2</sub>-ZSM-5 0,05% b/v waktu penyinaran 24 jam

Disiapkan 3 buah erlenmeyer 250 mL dan masing-masing dimasukkan 50,0 ml larutan sampel PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> 30 ppm. Ditambah 25 mg (0,05%) TiO<sub>2</sub>-ZSM-5 dihomogenkan. Disinari dengan lampu UV selama 24jam dan diaduk setiap 3jam sekali. Suspensi disaring menggunakan kertas saring whatman 42. Prosedur diulang untuk TiO<sub>2</sub>-ZSM-5 dengan konsentrasi 0,10% b/v, 0,15% b/v dan lama waktu penyinaran 48 jam dan 72 jam.

#### 1.3.7 Penetapan kadar fosfat yang sudah ditambah TiO<sub>2</sub>-ZSM-5 0,05% b/v selama penyinaran 24 jam

Suspensi hasil penyaringan dipipet 10,0 mL dimasukkan dalam labu ukur 50,0 mL. Ditambah aquades hingga volume 35mL. Ditambah pereaksi ammonium molibdat 1,0 mL dan SnCl<sub>2</sub> 0,5 mL. Ditepatkan dengan aquades sampai tanda batas dan dihomogenkan. Absorbansi dibaca menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang dan waktu kestabilan optimum. Prosedur diulang pada seluruh sampel dengan konsentrasi 0,10% b/v, 0,15% b/v, dan lama penyinaran 48 jam dan 72 jam.



Gambar 1. Reaktor Degradasi Phospat dengan TiO<sub>2</sub>-ZSM-5

### Rumus Perhitungan

Konsentrasi phospat awal (ppm) dan konsentrasi akhir (ppm) perhitungan phospat berdasarkan persamaan garis lurus dari kurva baku,  $Y = aX + b$  maka,

$$X = \frac{Y-b}{a} \times fp$$

Keterangan : Y : Absorbansi, a: Koefisien  
 X : Konsentrasi phospat, b: Konstanta,  
 Fp : Faktor pengencer

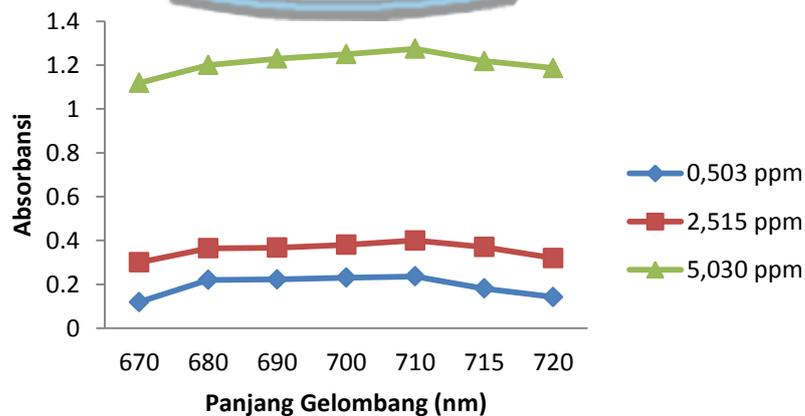
Persentase Penurunan Phospat (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) terdegradasi

$$\frac{(\text{phospat awal}) - (\text{phospat akhir})}{(\text{phospat awal})} \times 100\% = \dots\%$$

### 2. Hasil dan Pembahasan

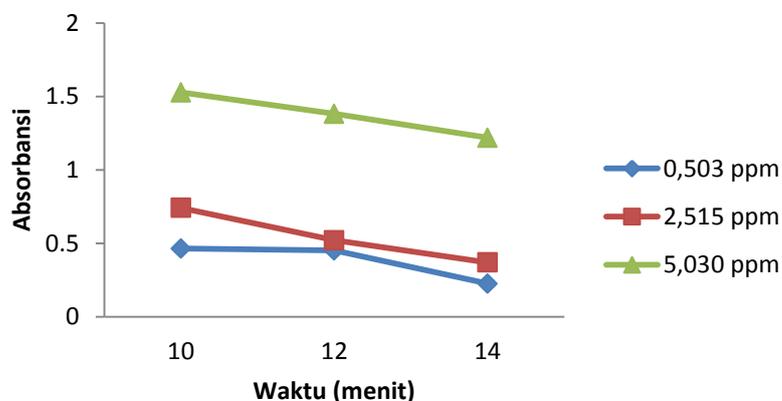
Penentuan pajang gelombang dan waktu kestabilan menggunakan baku seri PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> 0,503 ppm, 2,515 ppm, 5,030 ppm kemudian dibaca pada spektrofotometer panjang gelombang 670-720 nm. Didapat hasil panjang gelombang optimum penetapan kadar PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> adalah 710nm seperti pada Gambar2. Waktu kestabilan untuk penetapan kadar PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> dari 10-14 menit. Didapatkan hasil waktu kestabilan penetapan kadar PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> optimum selama 10 menit seperti Gambar3.

### Optimasi Panjang Gelombang



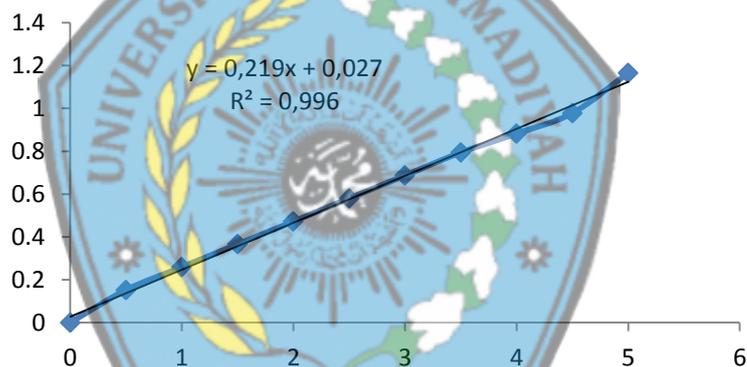
Gambar 2. Grafik Optimasi Panjang Gelombang Kadar Phospat

## Optimasi Waktu Kestabilan



Gambar 3. Grafik Optimasi Waktu Kestabilan Kadar Phospat

## Kurva Baku Phospat



Gambar 4. Grafik Kurva Baku PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>

Gambar 4 didapatkan persamaan garis lurus yaitu  $y = 0.219x + 0.027$  dengan  $R^2 = 0,996$  yang akan digunakan untuk menghitung kadar awal PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> dan penurunan konsentrasi PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> setelah penambahan serbuk TiO<sub>2</sub>-ZSM-5 dengan variasi konsentrasi dan lama penyinaran.

a. Penetapan Kadar PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> Awal

Penetapan kadar PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> awal sebelum perlakuan tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Penetapan Kadar Awal

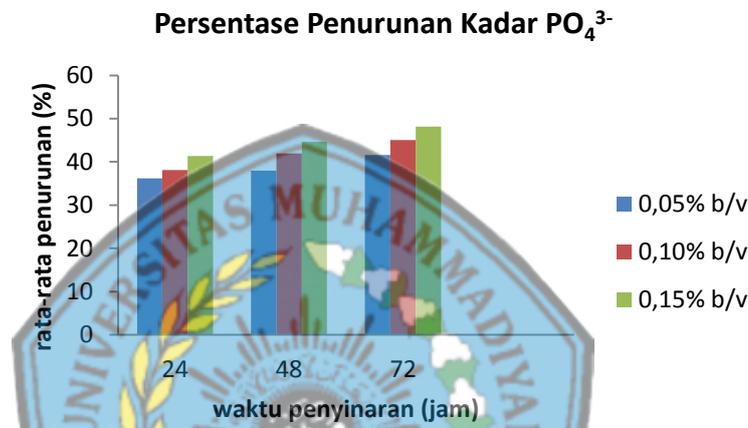
Pengulangan Sampel	Kadar Awal PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/L)	Rata-rata Kadar Awal PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/L)
I	30,14	29,91±0,23
II	28,58	
III	29,68	

Tabel 1 kadar PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> awal yang diukur absorbansinya dengan metode spektrofotometri, diperoleh rata-rata kadar PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> awal pada sampel 29,91±0,23 mg/L.

b. Penetapan kadar PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> setelah penyinaran

Tabel 2. Rata-rata persentase penurunan  $\text{PO}_4^{3-}$

Konsentrasi Serbuk $\text{TiO}_2\text{-ZSM-5}$ (% b/v)	Waktu Penyinaran (jam) kadar $\text{PO}_4^{3-}$	Rata-rata Penurunan $\text{PO}_4^{3-}$ (%)
0,05	24	$36,19 \pm 0,09$
	48	$37,97 \pm 0,09$
	72	$41,56 \pm 0,04$
0,10	24	$38,09 \pm 0,09$
	48	$41,92 \pm 0,07$
	72	$45,04 \pm 0,07$
0,15	24	$41,39 \pm 0,07$
	48	$44,60 \pm 0,07$
	72	$48,13 \pm 0,12$



Gambar 5. Grafik Persentase Kadar Penurunan  $\text{PO}_4^{3-}$

Tabel 2 dan gambar 5 menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi  $\text{TiO}_2\text{-ZSM-5}$  dan semakin lama penyinaran maka semakin tinggi persentase penurunan kadar  $\text{PO}_4^{3-}$ . Hal ini disebabkan karena adanya fotokatalis  $\text{TiO}_2$  yang dibantu dari Zeolit ZSM-5 sebagai media pendukung dari sinar UV yang semakin lama dapat meningkatkan jumlah radikal  $\text{OH}^\cdot$  sehingga akan membantu mengabsorbansi  $\text{PO}_4^{3-}$  sehingga menyebabkan penurunan terhadap kadar  $\text{PO}_4^{3-}$ .

### 3. Kesimpulan

Semakin besar konsentrasi  $\text{TiO}_2\text{-ZSM-5}$  dan semakin lama penyinaran maka semakin tinggi persentase penurunan kadar fosfat dan didapatkan hasil sebesar 48,13%. Hal ini membuktikan bahwa proses adsorpsi  $\text{PO}_4^{3-}$  dengan menggunakan absorben serbuk  $\text{TiO}_2\text{-ZSM-5}$

mengalami peningkatan sejalan dengan meningkatnya konsentrasi yang digunakan. Karena semakin besar konsentrasi, semakin banyak serbuk yang menyerap kadar  $\text{PO}_4^{3-}$ .

### 4. Saran

Diharapkan penelitian ini dapat diaplikasikan ke industri, caranya dengan penambahan seujung sendok teh serbuk  $\text{TiO}_2\text{-ZSM-5}$  kemudian dilarutkan dalam air tercemar  $\text{PO}_4^{3-}$  sebanyak 1 liter dan disinari dengan sinar matahari selama 72jam. Dan untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan konsentrasi yang lebih besar dari 0,15% b/v dan variasi waktu lebih dari 72 jam.

## DAFTAR PUSTAKA

Agusty, inge prima. 2012. *Penggunaan zeolit terimpregnasi  $TiO_2$  untuk mendegradasi zat warna congo red*. Skripsi, Universitas Airlangga, Surabaya.

Lismayani, T. 2016. *Penurunan Kadar Fosfat ( $PO_4^{3-}$ ) Menggunakan Titanium Dioksida ( $TiO_2$ ) Berdasarkan Variasi Konsentrasi Dan Lama Penyinaran*. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang.

Mukaromah, A. H. M. Amin dan S. Darmawati. 2010. *Penggunaan self cleaning fotokatalis  $TiO_2$  dalam mendegradasi ammonium ( $NH_4^+$ ) berdasarkan lama waktu penyinaran*. Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan. Universitas Muhammadiyah Semarang.

Mukaromah, A. H, Nurropiah, P., dan Diah, H. S. 2015. *Penurunan kadar krom(VI) dalam air menggunakan zeolit zsm-5 dengan variasi konsentrasi dan lama waktu perendaman*. Universitas Muhammadiyah Semarang.

Peraturan Pemerintah Replublik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 *Tentang Pengolahan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air*.

Poerwadio, A.D., dan Masduqi, A. 2004. *Penurunan kadar besi oleh zeolit alam ponorogo secara kontinyu*. Jurnal purifikasi 5 (4): 169-172

Slamet, dkk. 2003. *Pengolahan limbah logam berat chromium (vi) dengan fotokatalis  $TiO_2$* . Universitas Indonesia, Depok.

Wijaya, K. E, Sugiharto. I, Fatimah, I, Tahir, Dan Rudatiningsih. 2006. *Photodegradation Of Alizarin S Dye Using  $TiO_2$ -Zeolite And UV Radiation*. Indonesian Journal of Chemistry. Vol.6, No.1, ISSN 1441-

9420,

No:23a/DIKTI/Kep/2004,

Acredited

32-37.

