

# SINTESIS DAN KARAKTERISTIK $\text{TiO}_2$ DAN $\text{SiO}_2$ SERTA APLIKASINYA TERHADAP KADAR Fe DALAM AIR SUMUR

Wening Dwi Prastiwi <sup>1)</sup>, Khoironni Devi Maulana <sup>1)</sup>, Emas Agus Prastyo Wibowo <sup>1)</sup>,  
Navela Rahma Aji <sup>1)</sup>, Atik Setyani <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Kimia, FMIPA Universitas Negeri Semarang  
e-mail: [weningdwiprastiwi@gmail.com](mailto:weningdwiprastiwi@gmail.com); [dm.khoironni@students.unnes.ac.id](mailto:dm.khoironni@students.unnes.ac.id); [emasagus@ymail.com](mailto:emasagus@ymail.com);  
[rahmanavela@gmail.com](mailto:rahmanavela@gmail.com); [setyaniatikatric@gmail.com](mailto:setyaniatikatric@gmail.com)

## ABSTRAK

Air merupakan kebutuhan yang terpenting dalam kehidupan manusia. Air berperan banyak dalam berbagai kegiatan manusia oleh karena itu kandungan yang ada di air harus bermanfaat bagi manusia. Banyak kandungan yang terdapat di air yang sangat bermanfaat, tetapi banyak juga kandungan air yang mungkin tidak bermanfaat bahkan bahaya jika digunakan oleh manusia, salah satunya yaitu kandungan logam berat terutama Fe (besi). Sehingga tujuan pada penelitian ini untuk mengetahui penurunan kadar Fe (besi) dalam air sumur yang dilakukan dengan fotokimia dengan  $\text{TiO}_2$  dan  $\text{SiO}_2$  serta dapat mengidentifikasi karakteristik dari  $\text{TiO}_2$  dan  $\text{SiO}_2$ . Sampel yang digunakan yaitu air sumur 300 m dibagi menjadi tiga masing-masing 100 ml dengan perlakuan yang berbeda. Pada sampel 100 ml pertama tidak diberikan perlakuan dan juga penambahan. Sampel 100 ml kedua diperlakukan dengan penambahan  $\text{SiO}_2$  dan pengadukan selama 1 jam, dan untuk sampel 100 ml ketiga diperlakukan dengan penambahan  $\text{TiO}_2$  dan pengadukan selama 1 jam. Ketiga sampel dengan perlakuan yang berbeda tersebut di analisis dengan menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) di Laboratorium Kimia Universitas Negeri Semarang. Hasil penelitian Analisis menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) menunjukkan hasil kadar Fe meningkat pada saat penambahan  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{TiO}_2$  terhadap sampel yang tidak mendapatkan perlakuan tambahan. kadar Fe pada sampel yang tanpa penambahan sebanyak 0,206 mg/L, kemudian kadar Fe pada sampel yang ditambahkan  $\text{SiO}_2$  sebanyak 0,225 mg/L, dan kadar Fe pada sampel dengan penambahan  $\text{TiO}_2$  sebanyak 0,214 mg/L. Hal ini dikarenakan bentuk  $\text{TiO}_2$  dan  $\text{SiO}_2$  berupa suspensi. Kelemahan sistem suspensi ini adalah pemisahan partikel  $\text{TiO}_2$  memerlukan waktu yang lama dan biaya yang sangat mahal, serta daya tembus sinar UV yang terbatas karena absorpsi yang kuat oleh  $\text{TiO}_2$  (efek bayangan) dan spesies organik terlarut.

**Kata Kunci:** air sumur,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$ , Logam besi (Fe).

## SYNTHESIS AND CHARACTERISTICS OF $\text{TiO}_2$ AND $\text{SiO}_2$ APPLICATION TOWARD LEVELS OF Fe IN THE WELL WATER

### ABSTRACT

Water is the most important need in human life. Also, water has many contributions in many human activities. Therefore, the existing content in the water must be beneficial for human. However, material contained in water may be beneficial yet dangerous for human as well, for instance heavy metals content, especially Fe (iron). The main objective of this study is to determine decreasing levels of Fe (iron) in the well water that is done by photochemical reaction using  $\text{TiO}_2$  and  $\text{SiO}_2$ , and identify the characteristics of  $\text{TiO}_2$  and  $\text{SiO}_2$ . Samples of well water used is 300 ml divided into three part, and every part of 100 ml water will be given different treatment. First 100 mL sample is not given any treatment and addition. Second 100 mL samples treated with the addition of  $\text{SiO}_2$  and stirring for an hour, and the third sample of 100 mL is treated with the addition of  $\text{TiO}_2$  and stirring for an hour. All of three samples with different treatments are analyzed using AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) in the Chemistry Laboratory Semarang State University. The research result of analysis using AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) shows Fe content increased as the addition of  $\text{SiO}_2$  and  $\text{TiO}_2$  in the samples than the sample without any additional treatment. Fe content in the sample without addition is 0.206 mg/L, while Fe content in the sample with addition of  $\text{SiO}_2$  is 0.225 mg/L, and Fe content in the sample with the addition of  $\text{TiO}_2$  is 0.214 mg/L. This caused by the form of  $\text{TiO}_2$

and SiO<sub>2</sub> is a suspension. The weakness of this suspension system is the TiO<sub>2</sub> particle separation takes a long time, very expensive, and also limited UV rays penetrating power because of the strong absorption by TiO<sub>2</sub> (shadow effect) and may dissolved organic species.

**Keywords:** well water, TiO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>, metals iron (Fe).

## PENDAHULUAN

Air tanah adalah air yang terdapat di bawah permukaan tanah dalam lajur jenuh air. Lajur jenuh air ini merupakan lapisan tanah atau batuan yang mempunyai ruangan atau celahan di dalamnya, karena ruangnya saling berhubungan maka air yang terdapat di dalamnya dapat bergerak dan mengalir. Keterdapatannya air di samping dari distribusi PDAM setempat terdapat juga air hujan, air sungai dan sebaran sumur galian.

Manusia membutuhkan air dalam semua aspek kehidupan, untuk memasak, mandi, mencuci dan kebutuhan lainnya. Secara biologis air berperan pada semua proses dalam tubuh manusia, misalnya pencernaan, metabolisme, transportasi, mengatur keseimbangan suhu tubuh (Rahayu, 2004).

Dalam aliran air tanah, mineral-mineral dapat larut dan terbawa sehingga mengubah kualitas air tersebut. Air tanah sering mengandung unsur-unsur logam berat yang menyebabkan air berwarna kuning kecoklatan dan bercak-bercak pada pakaian serta dapat mengganggu kesehatan, yaitu bersifat toksis terhadap organ melalui gangguan secara fisiologisnya, misalnya kerusakan hati, ginjal dan syaraf. Jika kita mengkonsumsi air minum secara terus menerus dengan kandungan mangan, besi, magnesium, kalsium dalam jumlah melebihi baku mutu air maka dimungkinkan adanya akumulasi logam tersebut dalam tubuh. Oleh karena itu penulis mencoba melakukan metode fotokatalis TiO<sub>2</sub> dan SiO<sub>2</sub> untuk mengetahui perbandingan banyaknya logam berat terutama besi (Fe) yang terkandung dalam air sumur setelah melakukan metode fotokatalis.

Fotokatalis adalah reaksi kimia yang berjalan dengan bantuan katalis dan katalis tersebut aktif ketika disinari cahaya matahari. Teknologi ini merupakan salah satu metode yang digunakan untuk pengolahan limbah cair. Proses ini dapat juga disebut proses oksidasi berkelanjutan

yang cocok untuk mengoksidasi zat warna. Proses oksidasi berkelanjutan ini berdasarkan pada pembentukan radikal hidroksi (OH<sup>•</sup>) yang merupakan oksidator kuat yang dapat mempromosikan mineralisasi total pada polutan organik (Faisal *et al.*, 2007; Saqib *et al.*, 2008; Singh *et al.*, 2008; Silviyanti, I., 2012; Tussa'adah dan Astuti, 2015).

Untuk mengaktifkan katalis TiO<sub>2</sub> dibutuhkan energi foton dengan panjang gelombang yang kecil. Material fotokatalis yang banyak menjadi fokus riset para peneliti dunia adalah Titanium Dioksida (TiO<sub>2</sub>). TiO<sub>2</sub> merupakan senyawa dioksida berwarna putih yang tahan karat dan tidak beracun dan juga merupakan salah satu katalis yang paling stabil, paling sering digunakan dibandingkan dengan katalis lainnya (Abdullah, 2011). Semikonduktor fotokatalis menggunakan TiO<sub>2</sub> sebagai fotokatalis telah dilakukan untuk memecahkan berbagai masalah lingkungan, antara lain untuk pemurnian air dan udara, destruksi mikroorganisme seperti bakteri dan virus dalam aktivasi sel kanker, degradasi zat warna dan senyawa kimia beracun serta pembuatan gas hidrogen dari air (Rahmawati *et al.*, 2008).

Silika amorf memiliki densitas yang rendah sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pendukung fotokatalis TiO<sub>2</sub> menjadi fotokatalis TiO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub> bertujuan untuk meningkatkan efektifitas fotokatalis dari TiO<sub>2</sub>. Pada fotokatalis akan terjadi proses fotoreduksi dan fotooksidasi. (Farisa N Puri, 2014) telah berhasil membuat fotokatalis TiO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub> dengan silika hasil ekstraksi dari pasir kuarsa dan diaplikasikan untuk menurunkan kadar logam kromium (VI) hingga penurunan kadar mencapai 92,24%.

Penggunaan TiO<sub>2</sub> dalam bentuk suspensi menunjukkan bahwa senyawa intemediet ataupun produk yang bersifat toksik dapat diuraikan. Namun kelemahan sistem suspensi ini adalah pemisahan partikel TiO<sub>2</sub> memerlukan waktu yang lama dan biaya yang sangat mahal, serta daya tembus sinar UV yang terbatas karena

absorpsi yang kuat oleh  $\text{TiO}_2$  (efek bayangan) dan spesies organik terlarut. Beberapa peneliti telah mencoba mengurangi kelemahan sistem suspensi tersebut dengan cara melakukan imobilisasi  $\text{TiO}_2$  pada bermacam-macam material penyangga, di antaranya *fiber glass*, karbon aktif, *silica rubber* dan plat titanium. Cara ini memiliki keunggulan, yaitu dapat mengurangi masalah pemisahan partikel katalis, sehingga dapat digunakan dalam sistem kontinu (Bahnemann *et al.*, 2002), (Wibowo *et al.*, 2016).

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti mengangkat judul “ Sintesis dan Karakterisasi Fotokatalis  $\text{TiO}_2$  dan  $\text{SiO}_2$  terhadap Air Sumur”.

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan analisis AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*).

### Metode Pengumpulan Data

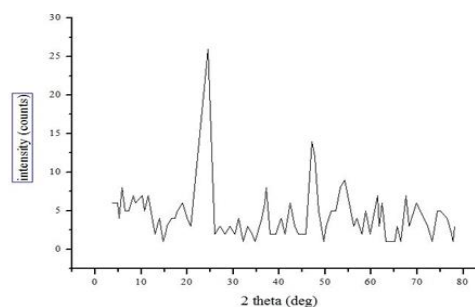
Metode pengumpulan data menggunakan metode eksperimen untuk menganalisis air sumur yang belum dan yang sudah diperlakukan dengan penambahan  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{TiO}_2$ . Sampel dalam penelitian ini adalah air sumur sebanyak 300 ml. Variabel yang diteliti adalah kadar logam berat Fe (besi). Jalannya penelitian yaitu menganalisis kadar logam berat Fe (besi) dalam air sumur sebelum diberi perlakuan dan penambahan  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{TiO}_2$ . Kemudian air sumur ditambahkan  $\text{SiO}_2$  pada sampel kedua dan penambahan  $\text{TiO}_2$  pada sampel ketiga sebanyak 0,1 gram. Proses pengadukan masing-masing dilakukan selama 1 jam sampai  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{TiO}_2$  larut sempurna dalam air sumur. Setelah larut, larutan dimasukkan ke dalam botol kaca.

### Metode Analisis Data

Metode analisis data menggunakan analisis AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) di Laboratorium Kimia FMIPA Unnes. Analisis AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) dipilih karena mudah untuk mengetahui kadar logam berat pada sampel air sumur. Melalui analisis AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) dapat diketahui kadar logam berat Fe (besi) dalam air sumur dengan tingkat ketelitian yang baik.

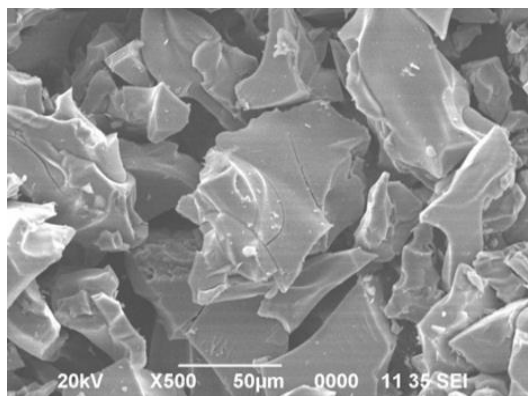
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakterisasi $\text{TiO}_2$ dan $\text{SiO}_2$



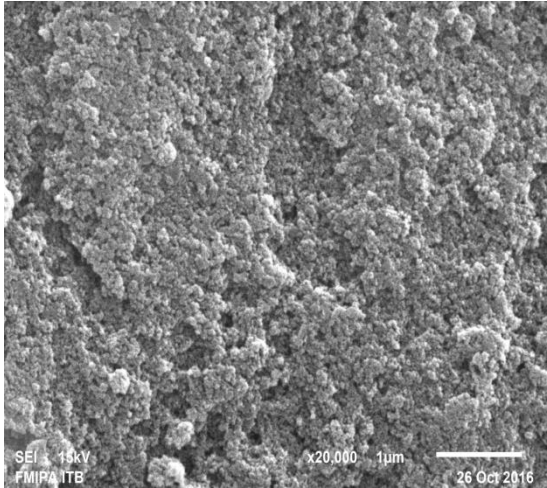
Gambar 1. Uji Kristalinitas (a)  $\text{TiO}_2$  Menggunakan XRD

Pola refleksi pada difraktogram komposit  $\text{TiO}_2$  ditunjukkan pada  $2\theta$  sebesar 25,31; 38,58; 48,34; 53,91; 62,72 yang merupakan ciri difraksi dari bidang kristal 101, 004, 200, 105 dan 204  $\text{TiO}_2$  anatase (A) sesuai dengan JCPDS No.21-1272 (Saraswati dan Nugraha, 2014) (Gambar 1).



Gambar 2. Morfologi SEM  $\text{TiO}_2$  Perbesaran 1000 X (Karakterisasi di LIPI Metalurgi)

Berdasarkan hasil SEM (*Scanning Electron Microscopy*) di atas dapat disimpulkan bahwa: Pada Gambar 2 dan 3, perbesaran SEM 1000 x dan 20000x terlihat bahwa material terlapis pada gambar 2 belum bagus dan masih menggumpal dan belum merata. Hal ini dikarenakan pengadukan yang kurang lama dan waktu aging yang hanya sebentar yang akan mempengaruhi struktur morfologi  $\text{TiO}_2$  yang dihasilkan. Sedangkan pada Gambar 3 material  $\text{SiO}_2$  dari jerami padi sudah merata.



Gambar 3. Morfologi SEM SiO<sub>2</sub> Perbesaran 20000 X (Karakterisasi di Institut Teknologi Bandung)

### Hasil Analisis Kadar Fe dalam air sumur

Fotokatalitik merupakan kombinasi proses fotokimia dan katalitik. Dalam hal ini diperlukan cahaya dan katalis untuk melangsungkan (mempercepat) transformasi kimia. Katalis pada proses ini lebih khas disebut sebagai fotokatalis dan memiliki kemampuan mengabsorb foton. Dengan demikian fotokatalitik dapat pula didefinisikan sebagai suatu proses yang terjadi berdasarkan pada kemampuan ganda dari suatu fotokatalis untuk mengabsorpsi foton secara bersamaan. Beberapa semikonduktor seperti ZnO, TiO<sub>2</sub>, GaP, CdS, SiC dan lain-lain dapat digunakan dalam reaksi fotokatalitik. Namun hingga saat ini TiO<sub>2</sub> merupakan material yang dianggap paling cocok digunakan untuk aplikasi lingkungan secara luas. Hal ini disebabkan TiO<sub>2</sub> bersifat *inert* baik secara kimia maupun biologi, tidak beracun, stabil terhadap korosi, serta harganya relatif murah (Andayani *et al.*, 2001)

Air sumur adalah air tanah dangkal sampai kedalaman kurang dari 30 meter, air sumur umumnya pada kedalaman 15 meter dan dinamakan juga sebagai air tanah bebas karena lapisan air tanah tersebut tidak berada di dalam tekanan. Untuk memenuhi kebutuhan air sumur yang bersih terdapat tiga parameter yaitu parameter fisik yang meliputi bau, rasa, warna dan kekeruhan. Parameter kedua adalah parameter kimia yang meliputi kimia organik

dan kimia anorganik yang mengandung logam seperti Fe, Cu, Ca dan lain-lain. Parameter ketiga adalah parameter bakteriologi yang terdiri dari koliform fekal dan koliform total (Waluyo, L, 2004)

Tabel 1: AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*)

Sampel	Analyte	Mean
Tanpa perlakuan	Fe	0,206 mg/L
Penambahan SiO <sub>2</sub>	Fe	0,225 mg/L
Penambahan TiO <sub>2</sub>	Fe	0,214 mg/L

Berdasarkan uji AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) yang telah dilakukan di Laboratorium Jurusan Kimia FMIPA Univeritar Negeri Semarang yaitu pada air sumur asli yang tidak ada penambahan mengandung kadar logam sebanyak 0,206 mg/L, kemudian pada sampel air sumur yang di fotokatalis dengan SiO<sub>2</sub> kadar logam Fe (besi) sebanyak 0,225 mg/L, dan sedangkan pada sampel ketiga yang difotokatalis dengan TiO<sub>2</sub> memiliki kadar logam sebanyak 0,14 mg/L. Dengan hasil yang tersebut hal ini dapat diketahui bahwa perlakuan fotokatalis dengan SiO<sub>2</sub> dan TiO<sub>2</sub> pada air sumur menyebabkan kenaikan kadar logam Fe (besi) semakin meningkat. Pada fotokatalis menggunakan TiO<sub>2</sub> meningkat sebesar 0,008 mg/L dari air sumur yang tanpa perlakuan. Sedangkan pada fotokatalis menggunakan SiO<sub>2</sub> meningkat dengan signifikan sebesar 0,019 mg/L dari air sumur yang tanpa perlakuan. Terjadinya peningkatan kadar Fe (besi) pada saat dilakukan perlakuan fotokatalis dengan SiO<sub>2</sub> dan TiO<sub>2</sub> ini disebabkan karena pada serbuk SiO<sub>2</sub> dan TiO<sub>2</sub> ini memiliki kandungan Fe (besi) dalam jumlah yang tidak begitu besar. Dari peningkatan yang signifikan setelah perlakuan fotokatalis dengan perbandingan air sumur yang tanpa perlakuan hal ini dapat ditarik satu hasil yaitu karakteristik SiO<sub>2</sub> dan TiO<sub>2</sub> melalui sintesis terhadap air sumur bisa menambah kadar Fe (besi). This is because a high TiO<sub>2</sub> and SiO<sub>2</sub> aggregation occurs and decrease the activity of photocatalytic.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan SiO<sub>2</sub> dan TiO<sub>2</sub> dapat meningkatkan kadar Fe (besi) dalam air sumur berdasarkan analisis. Setelah dilakukan analisis AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) diperoleh kadar Fe (besi) saat penambahan SiO<sub>2</sub> sebesar 0,225 mg/L sedangkan penambahan TiO<sub>2</sub> sebesar 0,214 mg/L. Penelitian ini menunjukkan bahwa sintesis SiO<sub>2</sub> dan TiO<sub>2</sub> terhadap air sumur. Penelitian ini masih menggunakan teknik pengadukan manual dengan tangan sehingga untuk ke depannya dapat lebih dikembangkan lagi.

## Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada Emas Agus Prastyo Wibowo selaku pembimbing penelitian dan pihak Laboratorium Kimia Universitas Negeri Semarang sebagai penyedia fasilitas analisis AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*).

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M., Arutanti, O., Isnaeni, V.A., Fitria, I. Amalia., Maturi, A.H. dan Khairurijjal. 2011. Pengolahan Air Limbah dengan Material Struktur Nanometer, *Jurnal Seminar Kontribusi Fisika*, INV05.
- Andayani, W., 2001. Degradasi Pentaklorofenol Dalam Air Secara Fotokatalitik Dengan Tio<sub>2</sub> Yang Diimobilisasikan Pada Logam Titanium: Evolusi Senyawa Intermediet. *Tesis Magister Ilmu Kimia*. Program Pasca Sarjana FMIPA UI.
- Bahnemann, D.W., Kholuiskaya, S.N., Dillert, R., Kulak, A.I, And Kokorin, A.I., Acid Catalyzed By Nanosized TiO<sub>2</sub> articles. *Applied Catalysis B : Enviromental*, 36: 161-169.
- Faisal, M., Abu Tariq, M., Muneer, M. 2007. Photocatalysed Defradation of Two Selected Dyes in UV-Irradated Aqueous Suspensions ot Titania. *Dyes and Pigments*, 72: 233-239.
- Rahayu, T. 2004. Karakteristik Air Sumur Dangkal di Wilayah Kartasura dan Upaya Penjernihannya. *Jurnal Penelitian Sains & Teknologi*, 5(2): 104-124.
- Rahmawati, F., Wahyuningsih, S., dan Handayani, N. 2008. Modifikasi Permukaan Lapisan Tipis Semikonduktor TiO<sub>2</sub> Bersubstrat Grafit dengan Elektrodeposisi Cu. *Jurnal Kimia*, 8(3): 331-336.
- Saquib, M., Abu T.M., Haque, M.M., Muneer, M. 2008. Photocatalytic Degradation of Disperse Blue 1 Using UV/TiO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Process. *Journal of Environment Management*, 88: 300-306.
- Silviyanti, I. 2012. Pengolahan Zat Warna Tekstil Jingga Metil Menggunakan Bentonit Terpilar TiO<sub>2</sub>. *Skripsi*. Jurusan Kimia Universitas Airlangga.
- Singh, H.K., Saquib, M., Haque, M.M., Muneer, M. 2008. Heterogeneous Photocatalysed Decolorization of Two Selected Dye Derivatives Neutral Res and Toluidine Blue In Aqueous Suspensions. *Journal of Chemistry Engineering*, 136: 77-81.
- Tussa'adah dan Astuti. 2015. Sintesis Material Fotokatalis TiO<sub>2</sub> untuk Penjernihan Limbah Tekstil. *Jurnal Fisika Unand* 4(1): 91-96.
- Waluyo, L. 2004. Mikrobiologi Umum. Malang : UMM Press. Halaman 109,134,132,142 -152,175-176
- Aji, N. R., Wibowo, E. A. P., Ujiningtyas, R., Wirasti, H., & Widiarti, N. (2016). Sintesis Komposit TiO<sub>2</sub>-Bentonit dan Aplikasinya untuk Penurunan BOD dan COD Air Embung UNNES. *Jurnal Kimia VALENSI*, 2(2), 114-119.