

APLIKASI FOTOKATALIS TiO_2-SiO_2 UNTUK MENURUNKAN KANDUNGAN BOD DAN COD PADA LIMBAH TEKSTIL

Irfani Dita Ananda¹⁾, Fauzul Ayyubi Mochtado²⁾, Retno Dewati³⁾.

¹⁾Universitas Pembangunan Nasional 'Veteran' Jawa Timur, email: irfaniyu16@gmail.com

²⁾Universitas Pembangunan Nasional 'Veteran' Jawa Timur, email: fauzulam@gmail.com

³⁾Universitas Pembangunan Nasional 'Veteran' Jawa Timur, email: dewati.r@gmail.com

Jalan Raya Rungkut Madya Gunung Anyar, Surabaya 60249 Telepon (031) 8782179, Faks (031) 8782257

* Penulis Korespondensi: Email: Irfaniyu16@gmail.com

Abstrak

Fotokatalis TiO_2-SiO_2 telah berhasil menurunkan kandungan BOD dan COD dalam limbah cair industri tekstil dengan proses fotodegradasi. Fotokatalis digunakan untuk menurunkan kadar BOD dan COD dalam limbah cair industri tekstil dengan memanfaatkan sinar ultraviolet dari sinar matahari. Untuk mempelajari pengaruh dari fotokatalis digunakan TiO_2-SiO_2 dengan berat 1-5 gram dan lama pengontakan kompost dan limbah selama 30-90 menit. Limbah cair industri tekstil yang telah di fotodegradasi dengan fotokatalis TiO_2-SiO_2 akan diuji BOD dan COD nya. Dari analisa yang dilakukan didapatkan hasil bahwa, dengan penambahan fotokatalis TiO_2-SiO_2 di dapatkan hasil penurunan BOD hingga mencapai 86,42% dan penurunan COD hingga mencapai 90,88%.

Kata kunci: bod; cod; fotokatalis; tio_2-sio_2 .

APPLICATION OF TiO_2-SiO_2 PHOTOCATALYS TO REDUCE BOD AND COD CONTENT IN TEXTILE WASTE

Abstract

TiO_2-SiO_2 photocatalyst have succeeded in reducing BOD and COD levels in textile industry liquid waste by photodegradation process. Photodegradation is used to reduce levels of BOD and COD in textile industry liquid waste by utilizing ultraviolet light from the sun. To study the effect of composites used TiO_2-SiO_2 with 1-5 gram weight and duration of compost and waste for 30-90 minutes. Textile industry wastewater that has been photodegradated with TiO_2-SiO_2 composites will be tested for BOD and COD. From the analysis conducted, the results show that, with the addition of TiO_2-SiO_2 composites, the BOD reduction results reached 86.42% and the COD reduction reached 90.88%.

Key words : bod; cod; photocatalyst; tio_2-sio_2 .

PENDAHULUAN

Industri tekstil di Indonesia cukup berkembang pesat, hal ini dikarenakan permintaan Indonesia untuk bidang tekstil semakin meningkat. Permintaan yang begitu besar akan tekstil yang ditunjukkan oleh data tersebut, berbanding lurus dengan limbah yang dihasilkan oleh industri tekstil. Salah satu limbah yang dihasilkan oleh industri tekstil adalah jenis limbah cair yang masih berbahaya untuk dibuang ke lingkungan. Limbah cair industri tekstil sangat berbahaya karena mengandung asam, basa, BOD, COD, padatan tersuspensi dan zat kimia lainnya. BOD adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organiknya yang mudah terurai. COD menggambarkan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologis maupun yang sukar didegradasi secara biologis menjadi CO₂ dan H₂O. Kandungan COD : BOD dalam limbah industri tekstil biasanya berkisar 1,5 : 1 sampai 3 : 1. Dan di Indonesia sendiri rata-rata limbah industri tekstil mengandung BOD 500 mg/L. Dan untuk mutu standart keamanan dai BOD yaitu 60 mg/L, sedangkan untuk COD 150 mg/L (Pratiwi, 2010). Dan untuk baku mutu standart keamanan dai BOD yaitu 60 mg/L, sedangkan untuk COD 150 mg/L (Pemerintah, 2014). Dari data tersebut maka diperlukan pengolahan lebih lanjut terhadap limbah industri tekstil agar tidak membahayakan lingkungan. Salah satu caranya menggunakan proses fotodegradasi.

Fotodegradasi adalah proses peruraian suatu senyawa (biasanya senyawa organik) dengan bantuan energi foton. Proses fotodegradasi memerlukan suatu fotokatalis, yang umumnya merupakan bahan semikonduktor (Fatimah & Wijaya, 2005). Semikonduktor yang akan digunakan adalah TiO₂- SiO₂. Mekanisme fotodegradasi berpengaruh dengan beberapa parameter, seperti luas permukaan partikel, ukuran partikel, jumlah katalis, suhu, pH, dan waktu aduk (Diker, et al., 2011).

Karena TiO₂- SiO₂ merupakan bahan semikonduktor yang memiliki aktivitas fotokatalis yang sangat tinggi. Fotokatalis TiO₂- SiO₂ dapat disintesis menggunakan proses sonikasi dan metode sol gel. Proses sol-gel dapat didefinisikan sebagai proses pembentukan senyawa anorganik melalui reaksi kimia dalam larutan pada suhu rendah, dalam proses tersebut terjadi perubahan fasa dari suspensi koloid (sol) membentuk fasa cair kontinyu (gel). Tahap-tahap proses sol gel ialah dimulai dengan hidrolisis, kondensasi, pematangan (ageing), pengeringan (Fernandez, 2011).

Sonikasi merupakan aplikasi penggunaan energi suara untuk proses pengadukan partikel pada suatu sampel dengan tujuan bermacam-macam. Sonikasi berarti pemberian perlakuan ultrasonik suatu bahan pada kondisi tertentu, sehingga menyebabkan bahan tersebut mengalami reaksi kimia sebagai akibat perlakuan yang diberikan. Prosesnya menggunakan gelombang ultrasonik pada rentang frekuensi 20 KHz-10 MHz atau yang dikenal dengan istilah ultrasonikasi (Candani, et al., 2018).

Salah satu penelitian yang memiliki aplikasi yang luas yaitu material fotokatalis berbasis TiO₂ untuk menurunkan kadar BOD dan COD. Contohnya pada Fotokatalis TiO₂-Bentonit Untuk Penurunan BOD Dan COD Air Embung Unnes (Aji, et al., 2016), Fotokatalis TiO₂-Dopan-N untuk pengolahan limbah cair batik (Riyani, et al., 2015) TiO₂/Zeolit sebagai fotokatalis pada pengolahan limbah cair industri tapioka (Fatimah & Wijaya, 2005), Karbon aktif dalam pengolahan air limbah industri tekstil pewarnaan (Moertinah, et al., 2010), fotokatalis TiO₂ untuk penjernihan limbah tekstil (Tussa'adah & Astuti, 2015). Belum adanya informasi tentang sintesis fotokatalis TiO₂- SiO₂ berbahan baku geothermal sludge untuk menurunkan kadar BOD dan COD dalam limbah cair tekstil menjadi faktor utama dalam pelaksanaan penelitian ini. Dalam penelitian ini diharapkan Fotokatalis TiO₂- SiO₂ dapat menurunkan kadar BOD dan COD dalam limbah cair industri tekstil.

Hasil dari proses fotodegradasi akan di uji kadar BOD dan COD yang terkandung di dalam limbah cair tekstil.

METODE PENELITIAN

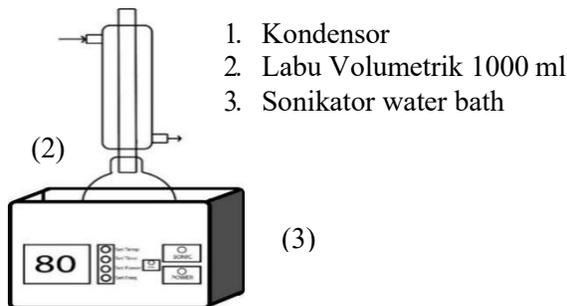
Bahan

Semua bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini ialah Na_2SiO_3 yang diekstraksi dari geothermal sludge 98,5% yang diambil dari limbah PLTB Dieng, lalu Titanium Dioksida dari PT Bratachem berkadar 99% & air demineralisasi, Natrium hidroksida berkadar 99%, Asam sulfat berkadar 98%, dan limbah cair industri tekstil dari Desa Jetis, Sidoarjo.

Alat

Untuk melarutkan TiO_2 dengan berat 5,2 gram di tambahkan dengan asam sulfat lalu disonikasi selama 60 menit.

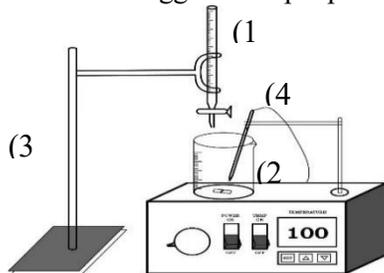
Keterangan :



Gambar 1. Rangkaian alat sonikator

Rangkaian Alat Sintesis TiO_2-SiO_2

Larutan TiO_2 dan asam sulfat secara simultan di tambahkan dengan larutan natrium silika hingga mencapai pH 5.

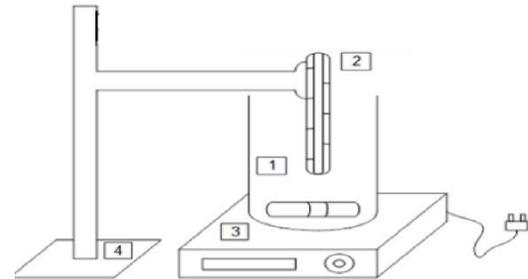


Gambar 2. Rangkaian alat sintesis TiO_2-SiO_2

Keterangan :

1. Buret
2. Beakerglass 1000 ml
3. Statif
4. Pendeteksi Suhu

Rangkaian Alat Proses Fotodegradasi Limbah cair industri tekstil dengan menggunakan fotokatalis TiO_2-SiO_2 .



Gambar 3. Rangkaian Alat Proses Fotodegradasi

Keterangan :

1. Beaker Glass
2. Suhu Detector
3. Magnetic Stirrer
4. Statif

Prosedur

Pada penelitian ini digunakan silika dari geothermal sludge. Ekstraksi silika dilakukan dengan cara mengekstraksi silika dari geothermal sludge sebanyak 62 gram menggunakan NaOH sehingga terbentuk larutan Na_2SiO_3 . Setelah itu melarutkan TiO_2 sebanyak 5,2 gram dengan larutan H_2SO_4 lalu dimixing dan di sonikasi selama 1 jam. Dalam pembuatan fotokatalis TiO_2-SiO_2 , dilakukan dengan cara mencampurkan larutan TiO_2 asam sulfat dengan natrium silika hingga mencapai pH 5. Setelah bercampur larutan didiamkan untuk proses aging. Gel yang terbentuk selama proses aging dicuci dengan air demineralisasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil uji karakteristik awal sampel limbah cair industri tekstil menunjukkan hasil untuk COD = 2793.74 mg/L, dan BOD =

660.24 mg/L. Pada berat fotokatalis TiO₂-SiO₂ 5 gram dapat menurunkan kadar menjadi 254,98 mg/L (90,88%) pada waktu aduk 90 menit. Pada berat fotokatalis TiO₂- SiO₂ 5 gram dapat menurunkan kadar BOD menjadi 89,68 mg/L (86,42%) pada waktu aduk 90 menit.

Tabel 1. Hasil Uji Kadar BOD dan COD

Berat (gram)	Parameter Hasil (mg/L)				
	30 Menit		45 Menit		60 Menit
	BOD	COD	BOD	COD	BOD
1	514	1255.3	309.66	1149.2	130.46
2	461.6	1230.9	294.9	1091.8	129.38
3	409.21	1206.63	280.17	1034.4	128.31
4	358.79	1139.7	218.19	761.04	115.44
5	308.38	1072.2	126.73	467.09	102.58

Berat (gram)	Parameter Hasil (mg/L)				
	60 Menit	75 Menit		90 Menit	
	COD	BOD	COD	BOD	COD
1	586.99	121.3	384.56	107.84	341.26
2	541.07	119.49	354.43	106.76	324.29
3	495.15	117.68	324.3	105.68	307.33
4	440.3	109.82	317.06	97.68	281.15
5	385.46	98.35	309.28	89.68	254.98

Hasil gel yang sudah dicuci dikeringkan dengan oven pada temperatur 100°C, dan dihasilkan fotokatalis TiO₂- SiO₂. Fotokatalis TiO₂- SiO₂ dimasukkan ke erlenmeyer berisi limbah cair industri tekstil 600ml yang telah di filtrasi dari padatan atau kotoran. Fotokatalis TiO₂- SiO₂ sesuai dengan variabel berat yang digunakan 1;2;3;4 dan 5 gram. Atur suhu pada 300 °C dan dilakukan pengadukan sesuai dengan variabel waktu pengadukan yaitu 30, 45, 60, 75, dan 90 menit. Limbah yang telah diaduk dengan fotokatalis di sinari cahaya matahari selama 2 jam. Setelah itu, didiamkan selama 24 jam di dalam ruangan terang. Setelah itu disaring untuk memisahkan filtrat dan fotokatalis. Analisa filtrat untuk mengetahui kadar BOD dan COD yang terdapat di dalam limbah cair industri tekstil.

Tabel 2. Hasil analisa perbandingan fotokatalis TiO₂- SiO₂ baru dan fotokatalis TiO₂- SiO₂ re- use

Sampel (pengadukan 30 menit dan berat 3 gram)	Parameter Hasil (mg/L)	
	BOD	COD
Fotokatalis Baru	409.21	1206.63
Fotokatalis re- use	487.43	1284.75

TiO₂ memiliki kemampuan fotokatalitik yang baik, sehingga apabila di sintesis dengan SiO₂ maka kemampuan fotokatalitik menjadi jauh lebih baik sehingga mampu mendegradasi suatu bahan organik dan memiliki kemampuan untuk digunakan kembali selama terkena sinar ultraviolet (Zhong, et al., 2010)

Tabel 3. Hasil analisa perbandingan fotokatalis TiO₂- SiO₂ dengan Silika

Sampel (pengadukan 30 menit dan berat 3 gram)	Waktu Pengadukan (menit)	Parameter Hasil (mg/L)	
		BOD	COD
TiO ₂ - SiO ₂	45 menit	156.00	1252.53
Silika	45 menit	649.18	849.14

Hasil yang didapatkan untuk COD lebih signifikan Silika, tetapi dalam menurunkan BOD lebih signifikan aktivitas Fotokatalis TiO₂- SiO₂. TiO₂- SiO₂ dikatakan memiliki aktivitas yang lebih baik karena dapat menurunkan kadar BOD yang sangat signifikan hingga mendekati baku mutu yang diharapkan.

Tabel 4. Hasil analisa perbandingan efek sinar ultraviolet pada fotokatalis TiO₂- SiO₂

Jenis Perlakuan	Berat Sample (Gram)	Waktu Pengadukan (menit)	Parameter Hasil (mg/L)	
			BOD	COD
Dengan Sinar	1	45 menit	156.0 0	1252.53
Tanpa Sinar	1	45 menit	208.0 0	1373.74

Didapatkan hasil BOD dan COD lebih baik dengan menggunakan proses fotodegradasi atau dengan menggunakan sinar ultraviolet. Hal ini dapat disimpulkan bahwa fotokatalis TiO₂- SiO₂ dapat bekerja secara maksimal bila fotokatalis dikontakkan dengan sinar ultraviolet, karena sinar ultraviolet akan menghasilkan radikal (\bullet OH) dan (\bullet O₂-) yang akan mendegradasi senyawa organik dalam limbah cair industri tekstil.

SIMPULAN

Dalam percobaan ini didapatkan hasil paling baik pada penambahan Fotokatalis TiO₂ – SiO₂ sebanyak 5 gram dengan waktu pengadukan 90 menit, dengan penurunan BOD hingga 89,68 mg/L dan COD hingga 254,98 mg/L. Fotodegradasi dengan Fotokatalis TiO₂ – SiO₂ dapat menurunkan kadar BOD dan COD dari sampel murni, untuk BOD sebesar 728,81 mg/L menjadi 89,68 mg/L, dan COD dari sampel murni sebesar 3920 mg/L menjadi 254,98 mg/L. Penurunan dari kadar BOD dan COD sudah dapat dikatakan berhasil namun belum memenuhi standart baku mutu dari limbah cair industri tekstil. Dalam penurunan kadar BOD dan COD limbah cair industri tekstil dengan menggunakan proses filtrasi saja belum begitu efektif dibandingkan dengan penambahan metode fotodegradasi menggunakan Fotokatalis TiO₂ – SiO₂.

SARAN

Perlu untuk dilakukan penambahan jumlah Fotokatalis TiO₂ – SiO₂ lebih dari 5 gram agar dapat semakin efektif dalam penurunan kadar BOD dan COD, penambahan sinar ultraviolet selama mungkin agar dapat semakin efektif dalam penurunan kadar BOD dan COD, melakukan penyimpanan pada tempat yang terang, agar semakin memperbesar aktivitas fotokatalitik oleh Fotokatalis TiO₂ – SiO₂.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, N. R. et al., 2016. Sintesis Komposit TiO₂-Bentonit dan Aplikasinya untuk Penurunan BOD. *Jurnal Kimia VALENSI*, 2(2), pp. 114-119.
- Candani, D., Ulfah, M., Noviana, W. & Zainul, R., 2018. A Review Pemanfaatan Teknologi Sonikasi. *Padang : Universitas Negri Padang*.
- Diker, H., Varlikli, C., Mizrak, K. & Dana, A., 2011. Characterizations and photocatalytic activity comparisons of N- doped nc-TiO₂ depending on synthetic conditions and structural differences of amine sources. *Energy*, Volume 36, pp. 1243-1254.
- Fatimah, I. & Wijaya, K., 2005. SINTESIS TIO₂/ZEOLIT SEBAGAI FOTOKATALIS PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI TAPIOKA SECARA ADSORPSI-FOTODEGRADASI. *TEKNOIN*, 10(4), pp. 257-267.
- Fernandez, B. R., 2011. Sintesis Nano Partikel. *Padang : Universitas Andalas*.
- Moertinah, S. et al., 2010. Peningkatan Kinerja Lumpur Aktif dengan Penambahan Karbon Aktif dalam Pengolahan Air Limbah Industri Tekstil Pewarnaan dengan Zat Warna Indigo dan Sulfur. *Jurnal Riset Industri*, 4(1), pp. 23-33.
- Pemerintah, P., 2014. *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia tentang Baku Mutu Air*

-
- Limbah*. 1815 ed. Jakarta: Menti Lingkungan Hidup Republik Indonesia.
- Pratiwi, Y., 2010. Penentuan tingkat Pencemaran Limbah Industri Tekstil Berdasarkan Nutrition value Coeficient Bioindikator, *Jurnal Teknologi* 3(2), pp 129-137.
- Riyani, K., Setyaningtyas, T. & Dwiasih, D. W., 2015. Pengolahan Limbah Cair Batik menggunakan Fotokatalis TiO₂-Dopan-N dengan Bantuan Sinar Matahari. *Valensi*, 2(5), pp. 581-587.
- Tussa'dah, R. & Astuti, 2015. SINTESIS MATERIAL FOTOKAATALIS TiO₂ UNTUK PENJERNIHAN. *Jurnal Fisika Unand*, 4(1), pp. 91-96.
- Zhong, J., Chen, F. & Zhang, J., 2010. Carbon-Deposited TiO₂: Synthesis, Characterization, and Visible Photocatalytic. *J. Phys. Chem. C*, 114(2), pp. 933-939.