

FOTOKATALIS TiO_2 /KITOSAN DAN TiO_2 /BENTONIT SEBAGAI PENJERNIH AIR EMBUNG DI LINGKUNGAN UNNES

Emas Agus Prastyo Wibowo¹, Navela Rahma Aji², Resti Ujiningtyas³, Tri Mayasari⁴,
Nuni Widiarti⁵

^{1,2,3,5} Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang

⁴ Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang

email: emasagus@gmail.com

Abstrak

Air embung kini kondisinya memprihatinkan karena terlihat lebih keruh dan juga kotor karena tercemar oleh limbah. Tujuan dari penelitian ini yakni untuk mengetahui perbandingan fotokatalis untuk penjernih air embung di lingkungan Unnes. Berdasarkan hasil SEM (Scanning Electron Microscopy) di atas dapat disimpulkan bahwa: Pada perbesaran SEM 100x, 250x, 500x dan 1000x terlihat bahwa material terlapis belum bagus dan masih menggumpal dan belum merata. Hasil pembentukan dikarakterisasi dengan menggunakan X-Ray Diffraction, *Fourier Transform Infrared* (FTIR). Terbentuknya komposit TiO_2 -bentonit belum mengalami perubahan masih sama pada bilangan gelombang. Berdasarkan hasil BOD dan COD didapatkan bahwa dengan adanya teknologi fotokatalis TiO_2 /kitosan dan TiO_2 /bentonit dapat mendegradasi polutan organik di dalam air dan dapat menurunkan angka BOD dan COD pada air embung UNNES. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa sintesis komposit TiO_2 -bentonit terdapat interaksi fisik dan Penurunan nilai BOD dan COD terbesar diperoleh dengan menggunakan TiO_2 -bentonit yakni untuk BOD 18,40 ppm dan COD 10,05 ppm.

Kata kunci : Air Embung, fotokatalis, TiO_2

Abstract

The condition of water reservoir is alarming because it looks more cloudy and dirty because contaminated waste. The purpose of this study to compare the photocatalysts to purify the water reservoir in Unnes. Based on the results of SEM (Scanning Electron Microscopy) it can be concluded that: In the SEM magnification 100X, 250X, 500x, and 1000x seen that the coated material has not been good and still lumpy and uneven. The result of the formation is characterized by using X-Ray Diffraction, Fourier Transform Infrared (FTIR). TiO_2 -bentonite composite formation has not changed is still the same at wave number. Based on the results of BOD and COD it was found that the technology photocatalyst TiO_2 /chitosan and TiO_2 / bentonite adsorption can degrade organic pollutants in the water and can reduce BOD and COD in air embung Unnes. Based on the research that has been done, it can be concluded that the synthesis of TiO_2 -bentonite composites are physical interaction and Impairment The BOD and COD obtained using TiO_2 -bentonite namely to 18.40 ppm BOD and COD of 10.05 ppm.

Keyword: Air Embung, photocatalyst, TiO_2

PENDAHULUAN

Embung atau tandon air merupakan waduk berukuran mikro di suatu lahan yang dibangun untuk menampung kelebihan air hujan di musim hujan dan air limpasan (*run off*) serta sumber air lainnya. Embung merupakan salah satu teknik pemanenan air (water harvesting) yang sangat sesuai di segala jenis agroekosistem. Di lahan rawa namanya *pond* yang berfungsi sebagai tempat penampungan air drainase saat kelebihan air di musim hujan dan sebagai sumber air irigasi pada musim kemarau.

Keberadaan embung diyakini dapat menampung air hujan sehingga mencegah

terjadinya banjir pada suatu daerah. Universitas Negeri Semarang (Unnes) yang mengklaim sebagai universitas konservasi karena memiliki embung di dalamnya. Pembangunan embung tersebut merupakan salah satu program konservasi Unnes. Embung Unnes dibangun dengan tujuan sebagai tempat penampungan air hujan dengan penyerapan air di Unnes dan mempunyai kapasitas penampungan air sebanyak 5.000 meter kubik. Keberadaan embung tersebut menciptakan suatu ekosistem baru yaitu tempat hidup ikan-ikan di daamnya. Tidak hanya itu, pembangunan embung tersebut juga menciptakan ruang

terbuka hijau di sekitar embung yang ditanami banyak pohon dan mempunyai fungsi lain seperti sebagai taman untuk tempat belajar mahasiswa, tempat berkumpul mahasiswa untuk kegiatan positif lainnya seperti diskusi, kumpul ikatan/organisasi mahasiswa daerah, menunggu *sunsets*, dan memancing di embung.

Seiring berjalannya waktu, kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa sekarang embung mengalami banyak perubahan dari kualitas lingkungan dan fungsi. Air yang ditampung embung Unnes sangatlah keruh, berbau busuk, dan berwarna hijau. Seluruh area embung juga dipenuhi dengan sampah plastik dan anorganik lainnya, baik di embung maupun di jalan-jalan di tepi embung. Agar fungsi embung kembali optimal perlu diadakan upaya untuk mengatasi masalah tersebut yakni dengan fotokatalis.

Pemilihan proses fotokatalis merupakan suatu cara yang prospektif untuk digunakan sebagai alternatif pengolahan air embung unnes, karena fotokatalis dapat mendegradasi polutan organik. Titanium dioksida merupakan salah satu fotokatalis yang aktivitasnya cukup tinggi (Brown *et al.*, 1992). Namun, tingginya aktivitas fotokatalis TiO_2 tidak diimbangi oleh kemampuannya dalam mengadsorpsi senyawa target, sehingga proses degradasi fotokatalitik tidak berjalan dengan baik karena peluang kontak TiO_2 dengan polutan kurang maksimal. Untuk menutupi kekurangan tersebut maka TiO_2 dapat diimbangkan pada suatu material pendukung yang memiliki kemampuan adsorpsi yang cukup tinggi. Beberapa jenis material berpori yang dapat digunakan sebagai adsorben diantaranya silika gel, karbon aktif, zeolit, dan bentonit.

Bentonit adalah sejenis lempung yang banyak mengandung mineral montmorillonit. Bentonit adalah *clay* yang sebagian besar terdiri dari montmorillonit dengan mineral-mineral minor seperti kwarsa, kalsit, dolomit, feldspars, dan mineral minor lainnya. Montmorillonit merupakan bagian dari kelompok *smectit* dengan komposisi kimia secara umum adalah $(\text{Mg,Ca})\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

Bentonit berbeda dari *clay* lainnya karena hampir seluruhnya (75%) merupakan mineral montmorillonit. Mineral montmorillonit terdiri dari partikel yang sangat kecil sehingga hanya dapat diketahui melalui studi menggunakan XRD (*X-Ray Diffraction*) (Cool, 2002). Penelitian ini memaparkan pengaruh variasi waktu uji aktivitas menggunakan komposisi TiO_2 -bentonit.

METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air embung 600ml, NaOH 1 M, asam cuka 1% (*v/v*), TiO_2 , bentonit.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi batang pengaduk, pH indikator, corong, *X-Ray Diffraction* (XRD) Shimadzu, Scanning Electron Microscopy (SEM), FTIR Shimadzu, seperangkat alat uji parameter *Biological Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD).

Sintesis komposit TiO_2 -Bentonit

Lima gram montmorillonit hasil pemurnian didispersikan dalam 500 ml air aquades dan diaduk selama 5 jam sampai gumpalan lempung hilang. 2,5 gram TiO_2 didispersikan dalam 100 ml aquades kemudian diaduk dan ditambahkan ke dalam campuran bentonit. Campuran TiO_2 -bentonit kemudian dioven pada suhu 100°C selama 2 jam. Komposit yang dihasilkan kemudian dikarakterisasi menggunakan XRD, SEM dan FTIR (Saraswati dan Nugraha, 2014).

Fotodegradasi air embung menggunakan komposit TiO_2 /bentonit dan TiO_2 /kitosan

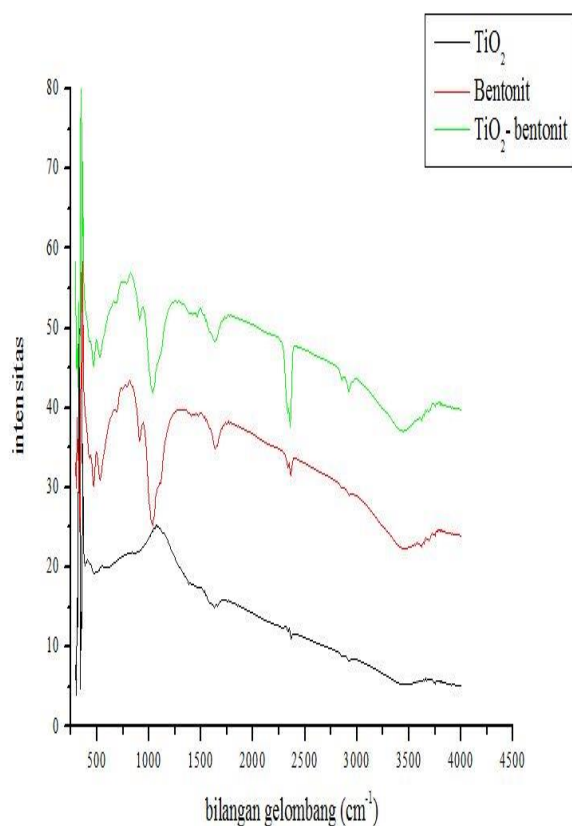
Fotodegradasi dilakukan dengan mendispersikan 0.3 gram TiO_2 , bentonit, dan TiO_2 /bentonit kedalam 300 ml air embung diikuti dengan pengadukan selama 30 menit. Parameter waktu selama 30 menit merupakan waktu yang optimal berdasarkan penelitian Wibowo *et al.*, 2016. Sedangkan TiO_2 /kitosan dimasukkan ke dalam air dengan pengadukan selama 10 menit, 20 menit, dan 30 menit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi

Hasil analisis *Fourier Transform Infrared* (FTIR)

Hasil analisis spektroskopi serbuk TiO_2 , bentonit, dan TiO_2 /bentonit disajikan gambar 1. Ti-O antara range $400\text{-}700\text{ cm}^{-1}$ dalam hal ini ditunjukkan dalam peak $478,35$ dan $594,08$. (Jing, 2006).



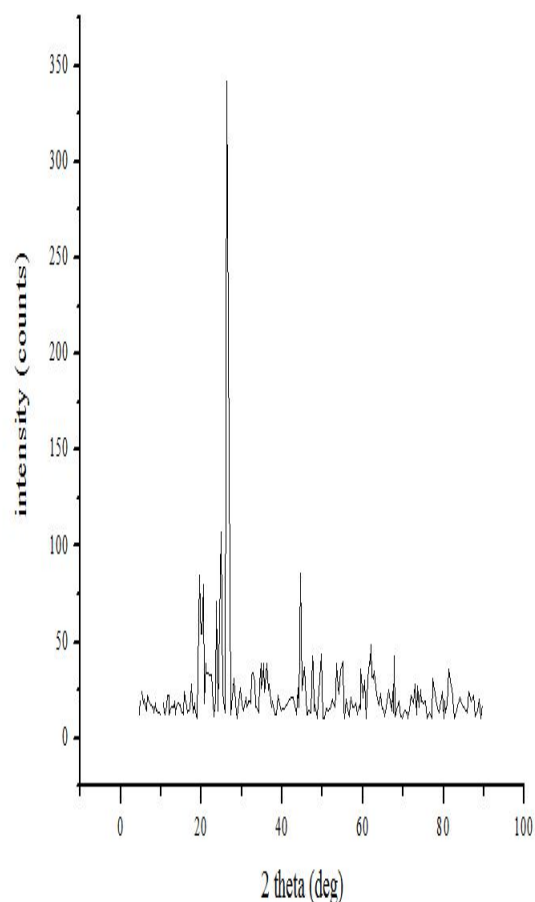
Gambar 1. Spektra TiO_2 , bentonit dan TiO_2 - bentonit

Puncak serapan-serapan utama pada bentonit berada di bilangan gelombang 3626.17 cm^{-1} , 3448.72 cm^{-1} dan 1635.64 cm^{-1} . Pada puncak 3626.17 cm^{-1} menunjukkan vibrasi ulur dari O-H yang terletak pada lapis oktahedral yang terikat pada Al sedangkan puncak serapan pada 3626.17 cm^{-1} menunjukkan vibrasi H-O-H molekul air pada struktur interlayer bentonit. Selain itu, puncak serapan disekitar 3448.72 cm^{-1} menunjukkan vibrasi O-H

yang bersesuaian dengan puncak serapan pada 1635.64 cm^{-1}

Spektra TiO_2 /bentonit tidak menunjukkan adanya pergeseran serapan pada bilangan gelombang 3448.72 cm^{-1} yang belum menunjukkan ikatan O-H yang semakin lemah karena adanya TiO_2 di dalam antar lapis bentonit. Bilangan gelombang 3448.72 cm^{-1} merupakan vibrasi ulur O-H dari H_2O yang terperangkap pada antar lapis bentonit. Kemungkinan lain karena pengaruh kalsinasi dan pemanasan sehingga gugus O-H dari H_2O banyak yang terhidroksilasi dan terdehidrasi dari dalam antar lapisnya.

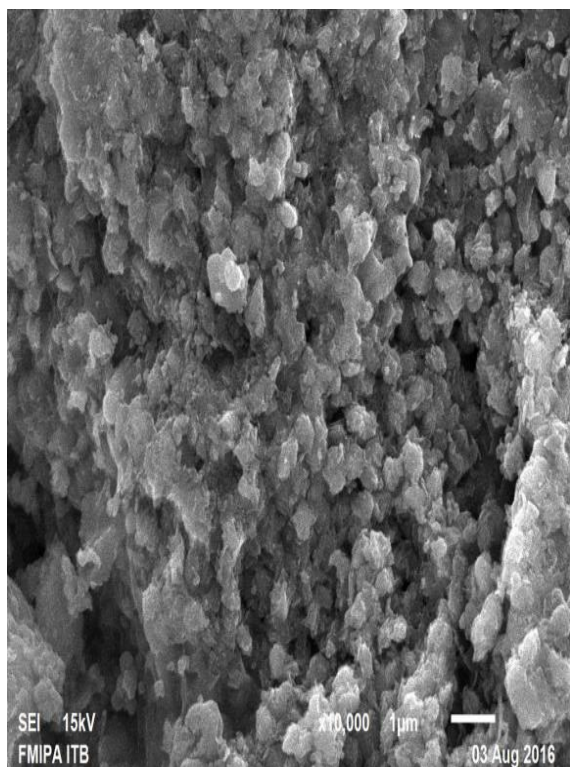
Hasil analisis *x-Ray Diffraction*(XRD)



Gambar 2. Uji Kristalinitas TiO_2 -bentonit menggunakan XRD

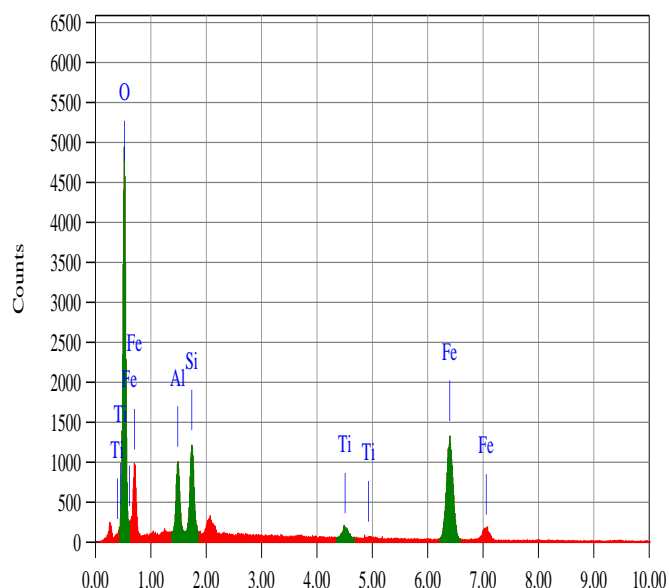
Pola refleksi pada difraktogram komposit TiO_2 ditunjukkan pada 2θ sebesar 25,31; 38,58; 48,34; 53,91; 62,72 yang merupakan ciri difraksi dari bidang kristal 101, 004, 200, 105 dan 204 TiO_2 anatase (A) sesuai dengan JCPDS No.21-1272 (Saraswati dan Nugraha, 2014). Puncak-puncak refleksi TiO_2 tersebut juga muncul pada difraktogram komposit TiO_2 - bentonit yakni pada 2θ sebesar 26, 2608 ; 36,7121; 47,4609; 53,5; 62,02. Refleksi pada 2θ tersebut menunjukkan fasa kristal yang terdapat dalam komposit TiO_2 -bentonit adalah fasa kristal anatase. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pembentukan komposit TiO_2 /bentonit tidak merubah kristalinitas TiO_2 secara signifikan, artinya tidak cukup signifikan mengurangi aktivitas fotokatalisnya.

Hasil Analisis Scanning Electron Microscopy (SEM) dan EDX



Gambar 3. Morfologi SEM TiO_2 /bentonit perbesaran 10.000 x

Berdasarkan hasil SEM (*Scanning Electron Microscopy*) yang dilakukan di FMIPA ITB di atas dapat disimpulkan bahwa: Pada perbesaran SEM 10.000 x terlihat bahwa material terlapis belum bagus



dan masih menggumpaldan keV belum merata. Hal ini dikarenakan pengadukan yang kurang lama dan waktu aging yang hanya sebentar yang akan mempengaruhi struktur morfologi TiO_2 - bentonit yang dihasilkan.

Gambar 4 . Hasil analisis dengan EDX

Berdasarkan hasil EDX tersebut dapat diketahui bahwa di dalam kandungan komposit TiO_2 -bentonit terdapat komponen O sebesar 49,41%, Al sebesar 4,47%, Si sebesar 5,69%, Ti sebesar 1,84% dan Fe sebesar 38,60%.

Fotodegradasi Air Embung dengan TiO_2 , bentonit, dan komposit TiO_2 /bentonit serta TiO_2 /kitosan

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran perbandingan antara aktivitas TiO_2 , bentonit, dan TiO_2 /bentonit dan TiO_2 /kitosan terhadap air embung. Penurunan nilai BOD dan COD terbesar diperoleh dengan menggunakan TiO_2 /bentonit yakni untuk BOD 18,40 ppm dan COD 10,05 ppm. Kemampuan komposit TiO_2 /bentonit lebih besar dibandingkan katalis TiO_2 dan bentonit. Hal ini disebabkan oleh adanya fotokatalis TiO_2 yang terdapat dalam komposit TiO_2 /bentonit. Pada saat terkena sinar radiasi sinar tampak maka elektron-elektron dalam pita valensi dari semikonduktor

tersebut akan tereksitasi ke pita konduksi yang akan menghasilkan e^- dan kekosongan atau *hole* (h^+). Selanjutnya *hole* (h^+) akan bereaksi dengan hidroksida titan yang terdapat dalam larutan membentuk radikal hidroksida titan yang kemudian mengoksidasi air embung. Radikal hidroksida yang terbentuk ini akan terbentuk terus-menerus selama sinar tampak (lampu) masih mengenai komposit dan akan menyerang air embung sehingga air embung akan mengalami degradasi dalam hal ini BOD dan COD

Tabel 1. Uji BOD dan COD

Sampel (treatment 30 menit)	Parameter	Hasil (ppm)
Air embung	BOD	20.06
	COD	37.84
Air embung dengan TiO_2	BOD	81,49
	COD	13,79
Air embung dengan bentonit	BOD	54,84
	COD	20,24
Air embung dengan TiO_2 -bentonit	BOD	18,40
	COD	10,05
Air embung dengan TiO_2 -kitosan (10 menit)	BOD	54,33
	COD	42.29
Air embung dengan TiO_2 -kitosan (20 menit)	BOD	41.73
	COD	18.07
Air embung	BOD	39.37
	COD	16.55

dengan TiO_2 -kitosan (30 menit)

Tabel 1 memberikan gambaran perbandingan antara aktivitas TiO_2 /kitosan dan TiO_2 /bentonit. Penurunan nilai BOD dan COD terbesar diperoleh dengan menggunakan TiO_2 /bentonit yakni untuk BOD 18,40 ppm dan COD 10,05 ppm. Kemampuan komposit TiO_2 /bentonit lebih besar dibandingkan katalis TiO_2 dan bentonit. Hal ini disebabkan oleh adanya fotokatalis TiO_2 yang terdapat dalam komposit TiO_2 /bentonit. Pada saat terkena sinar radiasi sinar tampak maka elektron-elektron dalam pita valensi dari semikonduktor tersebut akan tereksitasi ke pita konduksi yang akan menghasilkan e^- dan kekosongan atau *hole* (h^+). Selanjutnya *hole* (h^+) akan bereaksi dengan hidroksida titan yang terdapat dalam larutan membentuk radikal hidroksida titan yang kemudian mengoksidasi air embung. Radikal hidroksida yang terbentuk ini akan terbentuk terus-menerus selama sinar tampak (lampu) masih mengenai komposit dan akan menyerang air embung sehingga air embung akan mengalami degradasi dalam hal ini BOD dan COD.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa sintesis komposit TiO_2 /bentonit terdapat interaksi fisik dan Penurunan nilai BOD dan COD terbesar diperoleh dengan menggunakan TiO_2 /bentonit yakni untuk BOD 18,40 ppm dan COD 10,05 ppm. Kemampuan komposit TiO_2 /bentonit lebih besar dibandingkan katalis TiO_2 dan bentonit.

DAFTAR PUSTAKA

- Brown, G.N., Birks, J.W. and Koval. 1992. Development and Characterization of ATitanium-Dioxide Based Semiconductors Photoelectrochemical - Detector. *Journal Analysis.*, Vol.64

- Cool P., Vansant E.F. 2002, “ *Pillared Clays: Preparation, Characterization, and Application*”, Laboratory of Inorganic Chemistry, Department of Chemistry of Antwerp (UIA), Belgium, pages 265-286
- Jing, L.Q., H.G. Fu, B.Q. Wang, B.F. Xin, S.D. Li, and J.Z. Sun. 2006. *Appl. Catal. B-Environ.*, 62, 282
- Saraswati, A dan Nugraha, I. 2014. Sintesis Komposit Montmorillonit- TiO₂ dan Aplikasinya untuk Pengolahan Limbah Cair Pabrik Gula. *Prosiding Seminar Nasional Kima dan Pendidikan Kimia VI*.
- Wibowo, E.A.P., Aji, N.R., Ujiningtyas, R., Mardiansyah, E.A., Sari, T.M., Rahawati. 2016. Sintesis dan Karakterisasi Fotokatalis TiO₂/Kitosan dan Aplikasinya Sebagai Penjernih Air Embung Unnes. *Unesa Journal of Chemistry*, Vol 5.