

**PENGARUH SUHU PADA PROSES DEGRADASI FENOL DENGAN
MENGUNAKAN KOMPOSIT TITANIA-CARBON
NANOTUBE(CETYLTRIMETHYLAMMONIUM BROMIDE)**

Utari Avisia¹⁾, Desi Heltina²⁾, M Iwan Fermi²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Sarjana Teknik Kimia, ²⁾Dosen Jurusan Teknik Kimia
Laboratorium Pemisahan dan Pemurnian
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, 28293
Email: utariavisa17@gmail.com

ABSTRACT

One type of hazardous industrial waste is phenol. The photocatalysis process has become the choice for the treatment of phenol waste. Titanium dioxide or titania (TiO₂) is a photocatalyst material that is often used. Carbon nanotubes (CNT) are known to be used to improve the performance of TiO₂ photocatalyst material. The CNT used was modified with CTAB (Cetyltrimethylammonium bromide) surfactant. The purpose of this research are to determine the effect of temperature degradation on the performance of the Titania-CNT (CTAB) composites in degrading phenols through the process of photocatalysis. The study began with surface modification of CNT using CTAB surfactant. Then the modified CNT was compiled with TiO₂. Then Titania-CNT (CTAB) composite performance in degrading phenol was tested using a variation of the degradation temperature of 40°C and 50°C. The results of this research indicate that as the temperature increases, the phenol which can be degraded by the Titania-CNT (CTAB) composite is also increasing. The highest effectiveness of composite Titania-CNT (CTAB) performance was obtained when the degradation temperature of 50°C was 99.54%.

Keywords : *phenol, photocatalysis, composites, TiO₂, CNT, CTAB*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan industrialisasi global akhir-akhir ini mengakibatkan polusi yang dihasilkan industri tersebut juga semakin meningkat, salah satunya yaitu limbah cair. Salah satu jenis limbah cair industri yang memiliki toksisitas tinggi dan karsinogenik adalah fenol (Grabowska dkk, 2012).

Fenol merupakan limbah cair yang dihasilkan dari berbagai industri seperti industri *pulp* dan kertas, industri tekstil, industri farmasi, produksi resin fenolik

serta proses konversi batu bara(Dargahi dkk, 2017; Pradeep dkk, 2015).

Fotokatalis adalah suatu fotoreaksi yang dipercepat dengan adanya kehadiran katalis karena fotokatalis ini merupakan kombinasi antara fotoreaksi dan katalis (Ohama dan Gemert, 2011).

Material fotokatalis yang memiliki berbagai keunggulan sehingga dapat dikembangkan untuk material fotokatalis yaitu titania atau yang dikenal juga Titanium dioksida (TiO₂). Diantara keunggulan yang dimiliki TiO₂

adalah dapat mendegradasi senyawa organik dan mereduksi senyawa anorganik menjadi senyawa ramah lingkungan yaitu CO_2 dan H_2O , serta memiliki serapan di wilayah sinar UV (Permatasari dkk, 2015). Namun efisiensi fotokatalitik TiO_2 terhambat oleh lebar energi celah pita (energi *band gap*) (3,2 eV fasa anatase dan 3.1 eV fasa rutile) yang dapat menginduksi rekombinasi yang cepat dari pasangan elektron (e^-) dan *hole*.

Untuk mengatasi laju rekombinasi elektron (e^-) dan *hole* pada material fotokatalis TiO_2 telah menarik perhatian peneliti untuk menggabungkannya dengan material lain salah satunya yaitu *carbon nanotube* (CNT). CNT dapat bertindak sebagai *electron trapper* sehingga dapat menekan laju rekombinasi elektron dan *hole* pada material fotokatalis TiO_2 (Huang dkk, 2012).

Akan tetapi studi menunjukkan terdapat kekurangan pada komposit TiO_2 -CNT yaitu tingkat kelarutan CNT yang rendah. Oleh karena itu penggunaan surfaktan dapat digunakan untuk meningkatkan kelarutan CNT. Salah satu jenis surfaktan yang digunakan secara luas untuk meningkatkan kelarutan CNT adalah CTAB (*Cetyltrimethylammonium bromide*) (Manilo dkk, 2017).

Cetyltrimethylammonium bromide (CTAB) memiliki rumus kimia $\text{C}_{19}\text{H}_{42}\text{NBr}$. CTAB merupakan salah satu jenis surfaktan kationik karena memiliki muatan positif pada gugus hidrofiliknya (Bhattarai dkk, 2014).

Suhu merupakan salah satu parameter yang berpengaruh dalam proses fotokatalis. Menurut Kumar dkk (2017) peningkatan aktivitas fotokatalis yang terjadi karena peningkatan suhu menyebabkan meningkatnya interaksi yang terjadi antara molekul fenol dengan permukaan fotokatalis.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh suhu degradasi

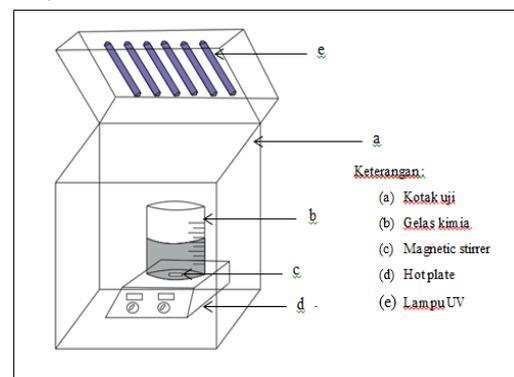
terhadap kinerja komposit Titania-CNT(CTAB) dalam mendegradasi fenol melalui proses fotokatalisis.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Bahan dan alat yang digunakan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah TiO_2 P25 Degussa, CNT yang digunakan adalah jenis MWCNT, CTAB, akuades, HNO_3 0,1M, dan fenol.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas ukur, oven, gelas kimia, indikator universal, pompa vakum, *magnetic stirrer*, sonikator, serta serangkaian alat fotoreaktor (Gambar 2.1).



Gambar 2.1 Rangkaian alat fotoreaktor

2.2 Variabel penelitian

Variabel tetap pada penelitian ini adalah CNT 1 gram, CTAB 0,5 gram, TiO_2 1 gram, CNT(CTAB) 0,015 gram, akuades 100 ml, kecepatan pengadukan 300 rpm selama 3 jam, waktu sonikasi 1 jam, waktu kalsinasi pada suhu 400°C selama 2 jam, waktu degradasi 4 jam, pH yang digunakan adalah 3, konsentrasi fenol yang digunakan 20 ppm dan lampu UV 60 watt.

Variabel berubah pada penelitian ini adalah suhu degradasi yaitu 40°C dan 50°C .

2.3 Prosedur penelitian

Prosedur penelitian ini terdiri dari modifikasi permukaan CNT dengan surfaktan CTAB, sintesis komposit Titania-CNT(CTAB) dan uji kinerja komposit Titania-CNT(CTAB).

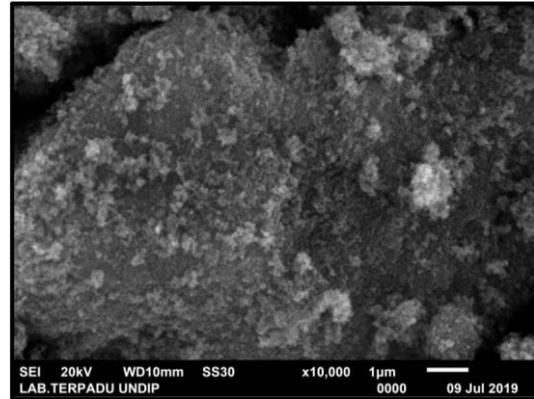
Surfaktan CTAB dan CNT ditimbang sesuai jumlah yang telah ditentukan dan dimasukkan ke dalam gelas kimia. Kemudian ditambahkan akuades sebanyak 100 ml dan campuran disonikasi selama 1 jam. Campuran disaring menggunakan bantuan pompa vakum. Padatan yang terbentuk dikeringkan dengan oven pada suhu 100°C – 110°C (Heltina dkk, 2016).

Proses sintesis komposit Titania-CNT(CTAB) diawali dengan mencampurkan CNT(CTAB) dan akuades sesuai dengan jumlah yang ditentukan dan disonikasi selama 30 menit. Setelah itu TiO₂ ditambahkan ke dalam campuran dan dilakukan sonikasi kembali selama 30 menit. Selanjutnya ditambahkan HNO₃ 0,1 M hingga pH 3. Campuran kemudian diaduk dengan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 300 rpm selama 3 jam. Campuran dikeringkan dan padatan yang diperoleh dikalsinasi pada suhu 400°C selama 2 jam. Kemudian padatan digerus dengan ayakan 300 mesh (Heltina dkk, 2016). Maka komposit Titania-CNT (CTAB) yang diperoleh dilakukan uji karakterisasi SEM.

Komposit Titania-CNT (CTAB) yang telah diperoleh diuji kinerjanya. Komposit sebanyak 0,3 gram dimasukkan ke dalam larutan fenol 20 ppm sebanyak 300 ml. Kemudian campuran diaduk dengan kecepatan 300 rpm. Uji kinerja fotokatalis dilakukan selama 4 jam dengan kondisi *light on* dan sampel diambil setiap 30 menit selama 4 jam. Selanjutnya sampel diuji menggunakan alat Spektrofotometri UV-VIS.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

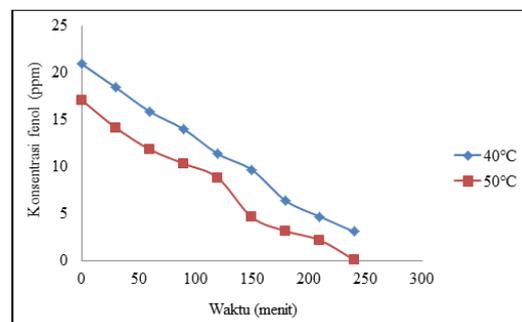
Pembentukan komposit Titania-CNT(CTAB) dapat dilihat dari hasil karakterisasi SEM yang diperoleh. Hasil karakterisasi SEM pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 3.1 Hasil SEM komposit Titania-CNT(CTAB)

Berdasarkan Gambar 3.1 dapat dilihat bahwa partikel TiO₂ terdistribusi dengan baik diantara CNT (CTAB). Penyebaran partikel TiO₂ lebih dominan daripada CNT(CTAB) disebabkan oleh jumlah CNT(CTAB) yang lebih kecil.

Komposit Titania-CNT(CTAB) di uji kinerjanya dalam mendegradasi fenol melalui proses fotokatalisis dengan variasi suhu degradasi. Pengaruh suhu degradasi terhadap kinerja komposit Titania-CNT(CTAB) dapat dilihat pada Gambar 3.2 dibawah ini.



Gambar 3.2 Pengaruh suhu degradasi terhadap penurunan konsentrasi fenol

Berdasarkan Gambar 3.2 diketahui bahwa dari hasil uji kinerja komposit Titania-CNT(CTAB) dalam mendegradasi fenol dengan variasi suhu degradasi yang digunakan, pada suhu 50°C diperoleh penurunan konsentrasi fenol sebesar 99,54% dan pada suhu 40°C diperoleh penurunan konsentrasi sebesar 84,69%. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan suhu degradasi lebih tinggi menyebabkan penurunan

konsentrasi fenol lebih cepat pada waktu yang sama. Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian Daneshvar dkk (2004) ketika suhu larutan meningkat maka terjadi peningkatan laju reaksi yang terjadi antara molekul fenol dan radikal hidroksil ($\bullet\text{OH}$). Penelitian ini juga didukung oleh Evgenidou dkk (2005) yang mengatakan bahwa peningkatan suhu degradasi mengakibatkan meningkatnya frekuensi tumbukan molekul fenol.

4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini semakin meningkatnya suhu degradasi (40°C dan 50°C) yang digunakan maka fenol yang dapat didegradasi oleh komposit Titania-CNT(CTAB) juga semakin meningkat. Degradasi fenol yang dihasilkan ketika suhu degradasi 40°C adalah 84,69% dan meningkat menjadi 99,54% ketika suhu degradasi 50°C . Hasil karakterisasi SEM dari komposit Titania-CNT(CTAB) menunjukkan partikel TiO_2 terdistribusi dengan baik diantara CNT(CTAB).

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada RISTEKDIKTI atas pembiayaan penelitian ini pada tahun 2019.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhattarai, A., Shrivastav, G., & Adhikari, C.N. (2014). Study of critical micelle concentration of cetyltrimethylammonium bromide (CTAB) in pure water in presence and absence of magnesium sulphate and sodium sulphate by measuring conductivity meter. *Bibechana*, 11, 123-127.
- Chong, M. N., Jin B., Chow C. W. K., & Saint, C. (2010). Recent developments in photocatalytic water treatment technology: A Review. *Water Research*, 44, 2997-3027.
- Daneshvar, N., Rabbani, M., Modirshahla, N., & Behnajady, M. A. (2004). Kinetic modeling of photocatalytic degradation of Acid Red 27 in UV/ TiO_2 process. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 39, 1-2.
- Dargahi, A., Mohammadi, M., Amirian, F., Karami, A., & Almasi, A. (2017). Phenol removal from oil refinery wastewater using anaerobic stabilization pond modeling and process optimization using response surface methodology (RSM). *Desalination Water Treat*, 87, 199-208.
- Evgenidou, E., Fytianos, K., & Poullos, I. (2005). Photocatalytic oxidation of dimethoate in aqueous solutions. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 1, 29.
- Grabowska, E., Reszeczyńska, J., & Zaleska, A. (2012). Mechanism of phenol photodegradation in the presence of pure and modified- TiO_2 . *A review Water Research*, 46, 5453-5471.
- Heltina, D., Wulan, P., & Slamet. (2016). Modification of Carbon Nanotube for Synthesis of Titania Nanotube (Tint)-Carbon Nanotube (Cnt) Composite. *Journal of Energy, Mechanical, Material, and Manufacturing Engineering*, 1, 29-35.
- Huang, L., Chan, Q., Wu, X., Wang, H., & Liu, Y. (2012). The simultaneous photocatalytic degradation of phenol and reduction of Cr (VI) by TiO_2/CNTs . *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 18, 574-580.
- Kumar, A., & Pandey, G. (2017). A review on the factors affecting the photocatalytic degradation of hazardous materials. *Materials Science & Engineering*

International Journal, 1, 106-114.

- Manilo, V.M., Lebovka, N., & Barany, S. (2017). Combined effect of cetyltrimethylammonium bromide and laponite platelets on colloidal stability of carbon nanotubes in aqueous suspensions. *Journal of Molecular Liquids*, 235, 104-110.
- Ohama, Y., & Gemert, DV. (2011). *Application of Titanium Dioxide Photocatalysis to Construction Materials*. New York: Rilem.
- Permatasari, S, O., Wardhani S., & Darjito. (2015). Studi pengaruh penambahan H₂O₂ terhadap degradasi *methyl orange* menggunakan Fotokatalis TiO₂-N. *Kimia Student Journal*, 1,661-667.
- Pradeep, NV., Anupama, S., Navya, K., Shalini, HN., Idris, M., & Hampannavar, US. (2015). Biological removal of phenol from wastewaters: a mini review. *Applied Water Science*, 5, 105-112.