



## PENGARUH PENAMBAHAN HNO<sub>3</sub> TERHADAP FOTODEGRADASI ZAT WARNA CONGO RED MENGGUNAKAN FOTOKATALIS TiO<sub>2</sub>

Haniatus Sholikhah, Imelda Fajriati

Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
Jl. Marsda Adisucipto Yogyakarta 55281 Telp. +62-274-540971  
Email: haniatus\_sweet@yahoo.co.id

**Abstrak.** Telah dilakukan penelitian tentang Pengaruh Penambahan HNO<sub>3</sub> terhadap Fotodegradasi Zat Warna *Congo Red* Menggunakan Fotokatalis TiO<sub>2</sub>. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan HNO<sub>3</sub> pada variasi waktu penyinaran, massa TiO<sub>2</sub> dan pH terhadap efektivitas fotodegradasi *Congo Red* terkatalis TiO<sub>2</sub>. Variasi waktu penyinaran dilakukan selama 10, 15, 30, 45 dan 60 menit. Variasi massa katalis TiO<sub>2</sub> dilakukan sebanyak 15, 20, 25, 30 dan 35 mg, variasi pH larutan *Congo Red* dilakukan pada pH 2, 3, 5, 7 dan 9, dan penambahan volume HNO<sub>3</sub> 0,005 M dilakukan pada volume 2,5; 5; 7,5; 10; 12,5 dan 10,5 mL. Pengaruh parameter tersebut dipelajari menggunakan reaktor UV black light 220 V. Hasil penelitian menunjukkan bahwa HNO<sub>3</sub> yang ditambahkan terhadap fotodegradasi *Congo Red* berpengaruh terhadap peningkatan efektivitas degradasi. Efektivitas fotodegradasi *Congo Red* pada variasi waktu penyinaran mampu mendegradasi sebesar 85,877% dari 23,202% selama 45 menit, dengan massa TiO<sub>2</sub> sebesar 25 mg. Pada variasi pH larutan zat warna *Congo Red* didapatkan efektivitas fotodegradasi tertinggi pada pH 3 dengan persentase degradasi sebesar 85,658% dari 71,754%. Adapun pada variasi penambahan volume HNO<sub>3</sub> efektivitas fotodegradasi tertinggi dicapai pada volume 5 mL dengan persentase degradasi sebesar 89,449%.

**Kata kunci:** Fotodegradasi, HNO<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, *Congo Red*.

This publication is licensed under a



## Pendahuluan

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi secara langsung mendorong tumbuhnya industri. Salah satu hasil samping dari industri adalah limbah cair. Limbah cair yang mengandung zat warna merupakan salah satu polutan yang menimbulkan permasalahan bagi lingkungan. Menurut Qodri, A. A. (2011) Limbah zat warna tekstil menjadi perhatian tersendiri karena pengolahan limbah sulit serta biaya pengolahan yang mahal.

Salah satu zat warna yang sering digunakan adalah zat warna Congo Red. Keberadaan zat warna congo red dalam lingkungan perairan dapat merusak berbagai spesies makhluk hidup karena sifat zat warna congo red yang mempunyai toksisitas cukup tinggi. Congo red yang terakumulasi dalam tubuh dapat menyebabkan gangguan fungsi hati, ginjal, dan syaraf (Wardhana, 2004).

Fotokatalisis merupakan salah satu metode penanggulangan limbah cair tekstil telah dikembangkan. Menurut Ayesha, A. A, dkk (2015), fotokatalisis memanfaatkan energi yang berasal dari cahaya untuk mengaktifkan proses katalisis pada suatu permukaan katalis, sehingga dihasilkan radikal hidroksil yang akan mendegradasi polutan. Jika fotokatalis disinari cahaya maka elektron akan tereksitasi dari pita valensi ke pita konduksi. Proses eksitasi tersebut menghasilkan elektron (e<sup>-</sup>) di pita konduksi dan hole (h<sup>+</sup>) di pita valensi (Ariyanti, D. S., 2012). Titanium dioksida merupakan fotokatalis yang banyak digunakan untuk mengatasi masalah lingkungan. Efektivitas fotokatalisis dapat ditingkatkan dengan adanya oksidator. Asam nitrat (HNO<sub>3</sub>) merupakan oksidator kuat dan dapat larut dengan air (Andarini dkk., 2013).

## Bahan dan Metode

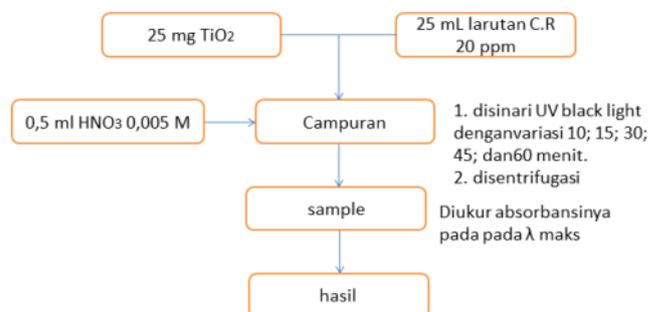
### Bahan Penelitian

Bahan yang diperlukan adalah zat warna *Congo Red* pa, TiO<sub>2</sub> pa, HNO<sub>3</sub> pa, HCl, NaOH dan akuades.

### Peralatan Penelitian

Alat yang digunakan adalah seperangkat alat gelas, magnetik stirer, neraca analitik, Reaktor UV black light, 1 buah lampu UV 10 watt 220 V, alat sentrifugasi, Spektrometri UV-Vis merk Termo Electron Corporation, Spektrofotometer UV-Vis Dzimadu dan *X-Ray Diffraction (XRD)*.

### Metode Penelitian

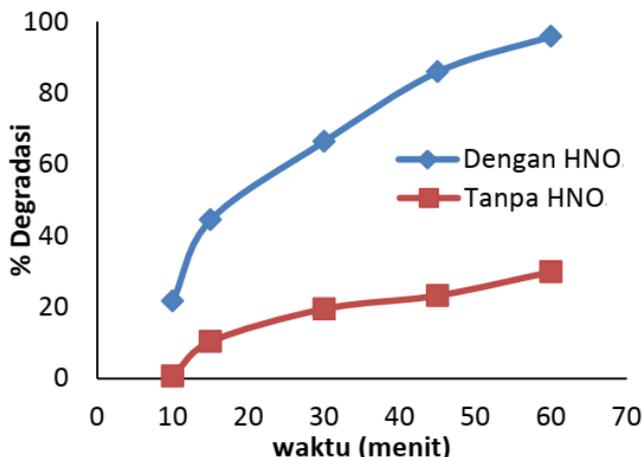


- Sebagai pembanding, dilakukan fotodegradasi tanpa penambahan HNO<sub>3</sub> dengan perlakuan yang sama.

Hal yang sama untuk variasi massa, pH serta volume oksidator.

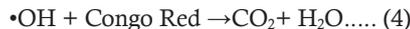
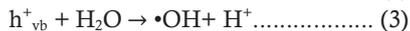
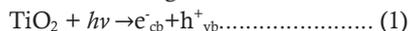
## Hasil dan Pembahasan

### Fotodegradasi Variasi Waktu

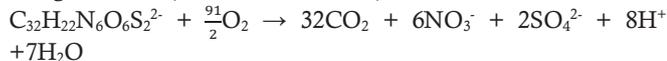


Gambar 1. Grafik Fotodegradasi Variasi Waktu

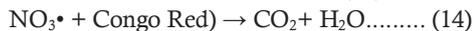
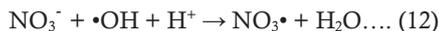
Berdasarkan Gambar 1. seiring lamanya waktu penyinaran, presentase degradasi larutan *congo red* dan aktifitas fotodegradasi semakin meningkat.



Adapun persamaan reaksi dari degradasi Congo Red adalah sebagai berikut (Lachheb dkk., 2002).



Pada larutan *congo red* dengan penambahan  $HNO_3$  menunjukkan presentase degradasi yang lebih tinggi dibandingkan pada larutan *congo red* tanpa penambahan  $HNO_3$ .



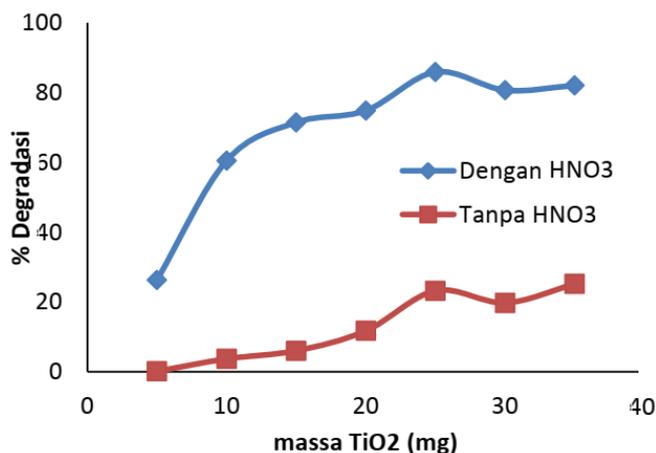
Semakin lama waktu penyinaran,  $\cdot OH$  dan  $NO_3\cdot$  lebih banyak sebagai sumber radikal.

Tabel 1. Hasil Uji ANNOVA Variasi Waktu

Source of Variation	F	P-value	F crit
$HNO_3$	29.58555	0.005546	7.708647
Waktu	4.817089	0.078496	6.388233

Pada penambahan  $HNO_3$  diketahui nilai F lebih besar dibandingkan F crit yaitu 29,58 dari 7,70. Sehingga dapat diketahui bahwa penambahan  $HNO_3$  berpengaruh signifikan terhadap proses fotodegradasi. Adapun pada variasi waktu penyinaran diketahui tidak berpengaruh secara signifikan terhadap proses fotodegradasi.

### Fotodegradasi Variasi Massa



Gambar 2. Fotodegradasi Variasi Massa TiO2

Berdasarkan gambar 2, presentase degradasi *congo red* meningkat seiring dengan penambahan massa  $TiO_2$ . Presentase degradasi pada penambahan  $HNO_3$  variasi massa  $TiO_2$  5, 10, 15, 20, 25, 30 dan 35 mg berturut-turut adalah 26,316%, 60,482%, 71,447%, 74,825%, 85,877%, 80,658% dan 82,018%. Sedangkan presentase degradasi tanpa penambahan  $HNO_3$  pada variasi massa  $TiO_2$  yang sama berturut-turut adalah 0,132%, 3,684%, 6,009%, 11,711%, 23,202%, 19,737% dan 25,132%.

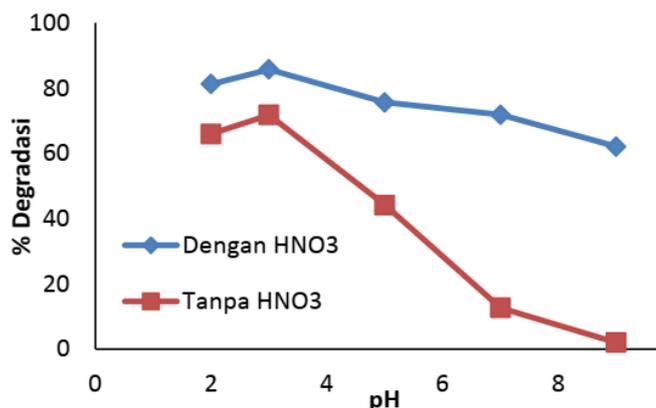
Pada penambahan massa 30 mg terjadi penurunan presentase degradasi. Hal ini dapat disebabkan terbentuknya agregat  $TiO_2$  yang terlalu banyak, sehingga sisi aktif permukaan  $TiO_2$  yang berfungsi untuk mengabsorpsi sinar UV menjadi tertutupi. Penurunan presentasi degradasi juga dapat diakibatkan oleh adanya turbiditas didalam larutan yang meningkat karena meningkatnya konsentrasi  $TiO_2$  dalam larutan, sehingga mengurangi intensitas sinar UV yang diabsorpsi oleh permukaan  $TiO_2$ . Intensitas sinar UV yang berkurang menyebabkan radikal hidroksi yang terbentuk menjadi lebih sedikit, sehingga kemampuan untuk mendegradasi menjadi berkurang.

Tabel 2. Hasil uji ANNOVA Variasi Massa TiO2

Source of Variation	F	P-value	F crit
$HNO_3$	1811.871	1.35E-07	6.607891
Massa $TiO_2$	25.97926	0.00138	5.050329

Pada penambahan  $HNO_3$  nilai F lebih besar dibandingkan F crit, yaitu sebesar 1811,87 dari 6,60. Pada variasi massa  $TiO_2$  nilai F juga lebih besar dibandingkan F crit, yaitu 25,97 dari 5,05. Oleh karena itu, maka penambahan  $HNO_3$  dan penambahan massa  $TiO_2$  sama-sama berpengaruh signifikan terhadap proses fotodegradasi.

Fotodegradasi Variasi pH



Gambar 3. Grafik Fotodegradasi Variasi pH

Berdasarkan Gambar 3. dapat diketahui bahwa dengan bertambahnya pH presentase degradasi semakin menurun. Presentase degradasi pada penambahan HNO<sub>3</sub> variasi pH 2, 3, 5, 6, 7 dan 9 berturut-turut adalah 81,184%, 85,658%, 75,5705%, 71,798%, 75,5705%, 71,798% dan 62,018%. Sedangkan presentase degradasi tanpa penambahan HNO<sub>3</sub> pada variasi pH yang sama berturut-turut adalah 65,921%, 71,754%, 44,123%, 12,632% dan 1,974%.

Secara teori pada pH asam permukaan TiO<sub>2</sub> akan bermuatan positif karena berubah menjadi gugus TiOH<sup>2+</sup>, sedangkan congo red bermuatan negatif karena adanya gugus SO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Adanya perbedaan muatan tersebut menyebabkan meningkatnya gaya tarik menarik (gaya elektrostatik), sehingga proses degradasi dapat berlangsung. Begitupun sebaliknya.

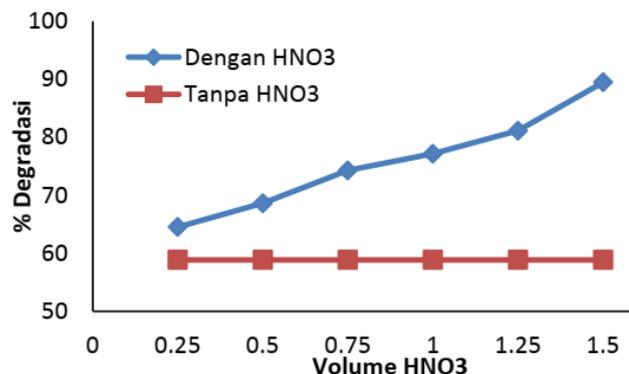
Tabel 3. Hasil Uji ANNOVA Variasi pH

Source of Variation	F	P-value	F crit
HNO <sub>3</sub>	12.5961	0.023818	7.708647
pH	3.109789	0.148804	6.388233

Pada penambahan HNO<sub>3</sub> nilai F lebih besar dibandingkan F crit yaitu 12,59 dari 7,70, sehingga dapat diketahui bahwa penambahan HNO<sub>3</sub> berpengaruh signifikan terhadap proses fotodegradasi. Adapun pada variabel pH tidak berpengaruh signifikan terhadap proses fotodegradasi.

Tabel 4. Hasil Uji ANNOVA Variasi Oksidator

Source of Variation	F	P-value	F crit
Penambahan HNO <sub>3</sub>	0.00573	0.940905	4.747225



Gambar 4. Grafik Fotodegradasi Variasi Oksidator

Fotodegradasi Variasi Oksidator

Berdasarkan Gambar 4 terlihat bahwa semakin banyak volume oksidator yang ditambahkan ke dalam larutan Congo Red, presentase degradasi akan semakin tinggi. Pada penambahan HNO<sub>3</sub> 0,00 ml, 0,25 ml, 0,50 ml, 0,75 ml, 1,00 ml, 1,25 ml dan 1,50 ml berturut-turut adalah 58,872%, 64,511%, 68,622%, 74,261%, 77,143%, 81,128% dan 89,449%. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Hastuti dan Suryanti (2003), dimana adanya HNO<sub>3</sub> sebagai oksidator dapat meningkatkan persentase degradasi.

Berdasarkan Tabel 5 dapat diketahui pada variasi penambahan oksidator HNO<sub>3</sub> tidak berpengaruh signifikan terhadap proses fotodegradasi. Hal ini ditunjukkan oleh nilai F yang lebih kecil dibandingkan F crit yaitu 0,00573 dari 4,747225. Namun data presentase degradasi pada Gambar 4 menunjukkan adanya kenaikan presentase degradasi. Hal ini dapat disebabkan karena kenaikan presentase degradasi yang konstan atau tidak signifikan, sehingga analisis statistika menggunakan ANOVA menunjukkan penambahan oksidator HNO<sub>3</sub> tidak berpengaruh signifikan terhadap proses fotodegradasi.

### Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan :

1. Zat warna *congo red* dapat terdegradasi sebesar 85,658%, pada waktu kontak 45 menit dengan pH 3 dan dengan penambahan TiO<sub>2</sub> sebanyak 25 mg. Berdasarkan hasil uji analisis ANOVA diketahui bahwa variasi waktu penyinaran dan variasi pH tidak berpengaruh signifikan terhadap proses fotodegradasi, namun pada variasi massa TiO<sub>2</sub> diketahui berpengaruh signifikan terhadap proses fotodegradasi.
2. Penambahan HNO<sub>3</sub> mampu meningkatkan proses fotodegradasi *Congo Red* secara signifikan. Berdasarkan hasil analisis ANOVA yang telah dilakukan diketahui bahwa pada variasi waktu penyinaran, massa TiO<sub>2</sub> dan pH dengan adanya penambahan HNO<sub>3</sub> berpengaruh signifikan terhadap

fotodegradasi zat warna *congo red*. Namun tidak demikian pada variasi volume oksidator  $\text{HNO}_3$  dimana tidak berpengaruh signifikan terhadap fotodegradasi zat warna *congo red*.

## Daftar Pustaka

- Andarini, N.R., Sri Wardhani dan Mohammad M.K., 2013, *Pengaruh Zat Warna Jingga Metil Menggunakan  $\text{TiO}_2$ -Zeolit dengan Penambahan Anion Anorganik  $\text{NO}_3^-$* , Kimia Student Journal, Vol. 1, No. 1, pp, 140-146 Universitas Brawijaya Malang.
- Ariyanti, D. S., 2012, *Pengaruh Penambahan Oksidator  $\text{H}_2\text{O}_2$  terhadap Degradasi Zat Warna Methyl Orange dengan Fotokatalis  $\text{ZnO}$ -Zeolit*, Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya.
- Ayesha, A.A., Akmal M., dan Pepi H.Y., 2015, *Degradasi Senyawa Metanil Yellow Secara Fotokatalitik Menggunakan  $\text{TiO}_2$  dan  $\text{HNO}_3$* , Kampus Bina Widya Pekanbaru : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Lachheb, H., Eric Puzenat, Ammar Houas, Mohamed Ksibi, Elimame Elaloui, Chantal Guillard dan Jean- Marie Heremann, 2002, *Photocatalytic Degradation of Various Type of Dyes (Alizarin S, Choccin Orange G., Methyl Red, Congo Red, Methylen Blue) Water by UV-Irradiated Titania*, *Applied Catalysis B : Environmental* 39, 75-90.
- Qodri A.A., 2011, *Fotodegradasi Zat Warna Remazol Yellow FG dengan Fotokatalis Komposit  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$* , Surakarta : Universitas Sebelas Maret Jurusan Kimia.
- Wardhana W.A., 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Penerbit Andi: Yogyakarta