

# Pengaruh Asam Fosfat Terhadap Daya Rekat Titanium Dioksida Pada Permukaan Plat Kaca Dan Kemampuannya Dalam Fotodegradasi Larutan Pewarna Tekstil

Rika Endara Safitri<sup>1</sup>, Syaiful Arifin<sup>2</sup>, dan Rosyid Ridho<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Kimia, Universitas PGRI Banyuwangi, Banyuwangi, Indonesia  
Email korespondensi : dara\_syahdan@yahoo.com

## Abstrak

Limbah pewarna tekstil mengandung berbagai senyawa berbahaya pada konsentrasi tinggi di lingkungan. Berbagai cara dilakukan untuk mengurai tingkat konsentrasi dari limbah. Pada penelitian ini, limbah pewarna tekstil didegradasi menggunakan katalis TiO<sub>2</sub> yang terlapis pada permukaan kaca dengan proses penyinaran menggunakan lampu UV. Untuk meningkatkan kemampuan TiO<sub>2</sub> melekat pada permukaan plat kaca, maka perlu dilakukan optimasi pada proses preparasinya. Proses optimasi dilakukan dengan memvariasi konsentrasi asam fosfat, lama perendaman plat kaca dengan larutan asam fosfat pada proses preparasi pelapisan TiO<sub>2</sub> pada permukaan plat kaca, dan lama penyinaran dengan sinar UV. Asam fosfat bertujuan untuk membersihkan kerak atau kotoran yang menempel pada plat kaca dan dapat merusak permukaan plat kaca sehingga TiO<sub>2</sub> dapat menempel dengan kuat pada permukaan kaca. Kemampuan TiO<sub>2</sub> yang terlapis pada permukaan plat kaca ditentukan berdasarkan nilai %pengelupasan dan %terdegradasi. Berdasarkan penelitian ini, penggunaan asam fosfat pada preparasi TiO<sub>2</sub> - plat kaca dapat meningkatkan kemampuan kerja fotokatalis TiO<sub>2</sub> dalam degradasi pewarna tekstil (%terdegradasi) sebesar 55.000±0.534% dan menurunkan %pengelupasan menjadi 18,9533±4,5479%.

**Kata kunci:** Titanium Dioksida, Pewarna Tekstil, Asam Fosfat

## Abstract

Textile dye waste contains various harmful compounds at high concentrations in the environment. Various ways are done to break down the concentration level of the waste. In this study, textile dye waste was degraded using a coated TiO<sub>2</sub> catalyst on a glass surface by irradiation using UV lamps. To improve the capability of TiO<sub>2</sub> attached to the surface of the glass plate, it is necessary to optimize the preparation process. The optimization process is carried out by varying the concentration of phosphoric acid, the duration of soaking the glass plate with the phosphoric acid solution in the preparation process of TiO<sub>2</sub> coating on the glass plate surface, and the duration of irradiation with UV light. Phosphoric acid aims to clean the crust or dirt attached to the glass plate and can damage the surface of the glass plate so that TiO<sub>2</sub> can adhere strongly to the glass surface. The capability of TiO<sub>2</sub> coated on the glass plate surface is determined based on the value of % peel and % degradation. Based on this study, the use of phosphoric acid in TiO<sub>2</sub> - glass plate preparation can improve the working ability of TiO<sub>2</sub> photocatalyst in dye degradation of textile (degraded%) by 55,000 ± 0.534% and decrease peeling% to 18.9533 ± 4.5479%.

**Key words:** Titanium Dioxide, Dye Textile, Phosphate Acid

## PENDAHULUAN

Limbah zat warna merupakan senyawa organik yang terurai, bersifat resintan dan toksik. Bila limbah tersebut dibuang pada perairan maka akan menyebabkan pencemaran lingkungan. Salah satu zat warna yang sering digunakan dalam industri tekstil adalah Zat warna yang

terkandung dalam limbah industri tekstil tersebut diantaranya *methyl Orange*, *metilen blue* dan pewarna merah (Cahyadi, 2006). Metode fotodegradasi dapat menguraikan limbah zat warna menjadi komponen-komponen sederhana melalui oksidasi fotokatalitik. Titanium dioksida (TiO<sub>2</sub>) merupakan semikonduktor yang mempunyai

kemampuan fotokatalitik yang apabila terkena cahaya. Aktivitas fotokatalitik dari  $\text{TiO}_2$  dapat ditingkatkan dengan penambahan suatu dopan seperti dopan N dari urea yang akan menyebabkan fotokatalis lebih aktif bekerja pada daerah sinar tampak (Darzi, et al, 2012). Fotokatalis  $\text{TiO}_2$  menerima banyak perhatian besar karena stabil (Chrysicopoulou, 2008). Metode penanganan limbah zat warna untuk memenuhi baku mutu pencemaran yang relatif murah dan mudah diterapkan adalah metode fotodegradasi menggunakan fotokatalis  $\text{TiO}_2$  (Utubira et al, 2006). Fotokatalis biasanya dibagi menjadi dua jenis yaitu *mobile* dan *imobile* (tetap) (Li zhang, 2000).

Penggunaan  $\text{TiO}_2$  serbuk memiliki kelemahan dalam pengolahan limbah pewarna tekstil yaitu serbuk yang bersifat *mobile* (bergerak) ini lebih cepat hilang dari larutan. Hal ini berakibat dalam mendegradasi limbah pewarna tekstil tidak efektif, karena membutuhkan jumlah yang banyak saat digunakan. Sedangkan jika  $\text{TiO}_2$  serbuk digunakan dalam jumlah banyak maka larutan menjadi keruh dan penyerapan cahaya pada proses degradasi akan menjadi kurang efektif. Fotokatalis *imobile* (tetap) dengan pelapisan  $\text{TiO}_2$  pada permukaan plat kaca memiliki keuntungan yaitu tidak mengganggu pada proses purifikasi (pemurnian sampel) dan dapat dipergunakan berulang kali.  $\text{TiO}_2$  - plat kaca tidak mengganggu radiasi cahaya, sehingga  $\text{TiO}_2$  dapat bekerja secara maksimal dengan bantuan sinar. Kelemahan pengembangan  $\text{TiO}_2$  pada permukaan plat kaca adalah rendahnya kemampuan dari  $\text{TiO}_2$  untuk melekat pada permukaan sehingga mengganggu fotodegradasi limbah.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, peneliti menggunakan asam fosfat dalam proses pengembangan  $\text{TiO}_2$  pada permukaan plat kaca. Asam fosfat secara umum digunakan sebagai larutan pembersih kerak atau kotoran yang menempel pada permukaan kaca. Kemampuan asam fosfat yang korosif diharapkan dapat mengikis permukaan plat kaca sehingga memudahkan  $\text{TiO}_2$  untuk menempel dan tidak mudah

terkelupas. Penelitian ini mempelajari pengaruh konsentrasi asam fosfat dan lama waktu perendaman plat kaca dengan asam fosfat terhadap kemampuan  $\text{TiO}_2$  – plat kaca dalam proses fotodegradasi zat pewarna tekstil “wantex” dengan menggunakan sumber sinar UV.

## **METODE**

### **Alat Dan Bahan**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat peralatan gelas laboratorium seperti erlenmeyer, beaker glass, spatula besi, spatula kaca, kaca arloji, labu ukur, dll. Satu set alat pengaduk magnetik, neraca analitik Ohaus PA 214 diproduksi oleh Ohaus Corporation – USA, Oven listrik UN 55 diproduksi oleh Universal Oven Memmert – Jerman, Spektrofotometri UV-Vis model UV mini – 1240 diproduksi oleh Shimadzu Corporation – Jepang.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Titanium Dioksida ( $\text{TiO}_2$ ), pewarna tekstil wenter pakaian merek wantex padi gunting dengan warna merah tua 33, Aseton 99,8% (pa) diproduksi oleh Merck KgaA (Cat. No. 100014), Asam fosfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) 76 % teknis, Etanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) 96 % teknis, aqua DM diproduksi oleh PT. Brataco – Malang, Aluminium foil, Kertas saring. Plat kaca yang digunakan adalah *Microscope Slides* dengan ukuran 25,4 mm x 76,2 mm x 1 – 1,2 mm diproduksi oleh SAIL BRAND - Cina (Cat. No. 7101).

### **Prosedur Penelitian**

#### *Penentuan Kurva Standar Pewarna Tekstil Merah dengan Spektrofotometri UV-Vis*

Konsentrasi larutan pewarna tekstil merah divariasikan menjadi 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 dan 100 ppm. Semua variasi larutan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 516 nm dengan spektrofotometer UV-VIS.

#### *Optimasi Konsentrasi Asam Fosfat pada Preparasi Pelapisan Plat Kaca – $\text{TiO}_2$*

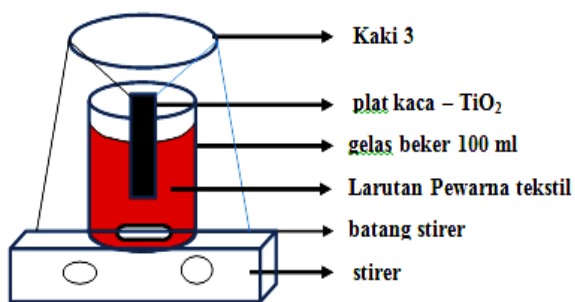
Plat kaca ditimbang dan dicatat massa kaca dan direndam dalam larutan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  dengan variasi konsentrasi (1, 3, 5, 7, 10 Molar) selama 30 menit, dibilas dengan

aquadest, dibilas dengan aseton selama 3 menit kemudian di oven selama 1 jam dengan suhu 45 °C dan ditimbang dan di catat massa kaca. Kaca bersih kemudian di rendam dengan etanol selama 1 jam setelah itu di lapiisi TiO<sub>2</sub> (5 gr) dalam etanol (50 ml) dengan pelapisan 8x dan setiap pelapisan di oven selama 10 menit pada suhu 200 °C dan pada pelapisan terakhir di oven selama 3 jam dengan suhu 200 °C kemudian ditimbang massa Plat Kaca – TiO<sub>2</sub>.

Plat Kaca – TiO<sub>2</sub> dilakukan penyinaran dalam lemari UV selama 5 jam dengan kecepatan pengadukan konstan dan larutan pewarna tekstil merah 100 ppm setelah itu disaring larutan hasil fotodegradasi dengan kertas saring kemudian di sentrifuse filtrat yang di hasilkan di timbang residu dan plat kaca lalu di ukur absorbansi filtrat pada panjang gelombang 516 nm.

*Optimasi Waktu Penyinaran pada Aplikasi Fotodegradasi Menggunakan Plat Kaca – TiO<sub>2</sub> sebagai Fotokatalis terhadap Larutan Pewarna Tekstil*

Proses fotodegradasi dari larutan pewarna tekstil dengan menggunakan fotokatalis Plat kaca – TiO<sub>2</sub> dilakukan dalam lemari UV dengan susunan alat sesuai gambar 1.



**Gambar 1.** Susunan aplikasi degradasi fotokatalis dengan plat kaca – TiO<sub>2</sub>

Plat kaca ditimbang dan dicatat massa kaca dan direndam dalam larutan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dengan konsentrasi optimum dan selama waktu perendaman optimum yang kemudian dibilas dengan aquadest dan dibilas lagi dengan aseton selama 3 menit

kemudian di oven selama 1 jam dengan suhu 45 °C dan ditimbang dan di catat massa kaca. Kaca bersih kemudian di rendam dengan etanol selama 1 jam setelah itu di lapiisi TiO<sub>2</sub> (5 gr) dalam etanol (50 ml) dengan pelapisan 8x dan setiap pelapisan di oven selama 10 menit pada suhu 200 °C dan pada pelapisan terakhir di oven selama 3 jam dengan suhu 200 °C kemudian ditimbang massa TiO<sub>2</sub>- platkaca.

Plat kaca – TiO<sub>2</sub> dilakukan penyinaran dalam lemari UV dengan lama waktu penyinaran (1, 3, 5, 7 dan 10 jam) dengan kecepatan pengadukan konstan dan larutan pewarna tekstil merah 100 ppm setelah itu di saring larutan hasil fotodegradasi dengan kertas saring kemudian di sentrifuse filtrat yang di hasilkan di timbang residu dan plat kaca lalu di ukur absorbansi filtrat pada panjang gelombang optimum

*Analisis Data*

Penentuan Persen Pengelupasan (%Pengelupasan)

Persentase pengelupasan TiO<sub>2</sub> pada media plat kaca berdasarkan selisih massa sebelum dan sesudah penggunaannya pada proses fotodegradasi larutan pewarna tekstil dengan kecepatan konstan. Hal ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\% \text{ Pengelupasan} = \frac{m_{\text{sebelum}} - m_{\text{sesudah}}}{m_{\text{sebelum}}} \times 100\%$$

Dimana: m = massa plat kaca – TiO<sub>2</sub> (gram)

Penentuan Persen Terdegradasi (%Terdegradasi)

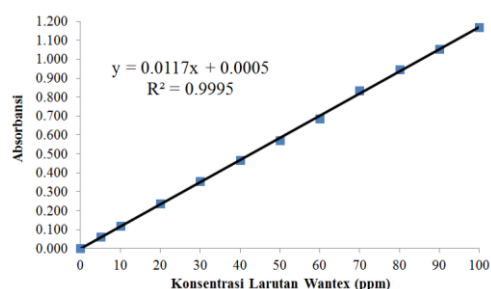
Persentase pewarna tekstil yang terdegradasi berdasarkan selisih konsentrasi sebelum dan sesudah proses fotodegradasi menggunakan plat kaca – TiO<sub>2</sub> sebagai media fotokatalis kecepatan konstan. Hal ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\% \text{ Terdegradasi} = \frac{C_{\text{sebelum}} - C_{\text{sesudah}}}{C_{\text{sebelum}}} \times 100\%$$

Dimana: C = Konsentrasi Pewarna Tekstil (ppm)

## HASIL

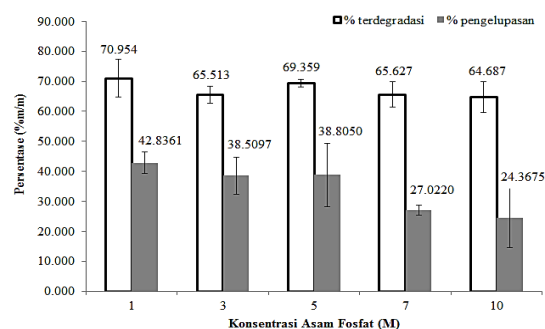
Limbah yang digunakan adalah pewarna tekstil merah dengan merek dagang "Wantex Padi Gunting" warna merah tua 33. Larutan pewarna tekstil merah memiliki panjang gelombang optimum ( $\lambda_{max}$ ) 516 nm dengan persamaan linier pada konsentrasi 0 – 100 ppm yaitu  $y = 0,0117x + 0,0005$ , sesuai gambar 2. Persamaan linier ini digunakan untuk menentukan %terdegradasi menggunakan  $TiO_2$  – plat kaca sebagai fotokatalisator pewarna tekstil.



Gambar 2. Kalibrasi larutan pewarna tekstil merah dengan variasi konsentrasi 0 – 100 ppm pada ( $\lambda_{max}$ ) 516 nm

## Pengaruh Konsentrasi Asam Fosfat

Pada proses preparasi digunakan larutan asam fosfat sebagai larutan pembersih dan pengikis terhadap permukaan plat kaca. Penelitian ini mempelajari pengaruh konsentrasi asam fosfat terhadap kemampuan pengikatan  $TiO_2$  pada permukaan plat kaca dengan menentukan nilai %pengelupasan dan kemampuan platkaca- $TiO_2$  sebagai fotokatalisator pada proses degradasi larutan pewarna tekstil merah dengan menentukan %terdegradasi.



Gambar 3. Pengaruh konsentrasi Asam fosfat pada tahap preparasi plat kaca- $TiO_2$  terhadap %pengelupasan dan %terdegradasi dari larutan pewarna tekstil

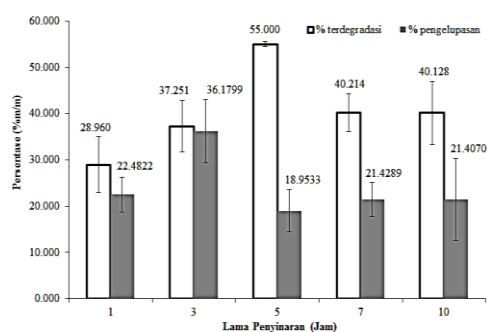
Berdasarkan gambar 3, peningkatan konsentrasi asam fosfat menurunkan %pengelupasan  $TiO_2$  pada permukaan plat kaca setelah aplikasi fotodegradasi selama 5 jam dan mencapai optimum dengan simpangan baku (*standart deviasi /SD*) 3x pengulangan yang terendah yaitu pada konsentrasi asam fosfat 7 M. Peningkatan konsentrasi asam fosfat juga menurunkan %terdegradasi walaupun tidak berpengaruh signifikan yang ditunjukkan pada gambar 3.

Penurunan %terdegradasi disebabkan oleh tingginya konsentrasi asam fosfat akan semakin meningkatkan jumlah partikel  $TiO_2$  yang menempel pada permukaan plat kaca sehingga menurunkan pergerakan partikel pewarna tekstil yang akan terdegradasi dan menghambat masuknya sinar UV. Jika sinar UV yang sampai pada fotokatalis sedikit, maka energi foton yang mengenai fotokatalis juga semakin sedikit dan dapat mengakibatkan kemampuan elektron bereksitasi semakin kecil. Dengan demikian maka akan menghasilkan OH radikal yang semakin sedikit. Konsentrasi asam fosfat optimum dipilih berdasarkan %pengelupasan yang kecil, % terdegradasinya besar dan simpangan bakuyang kecil. Dari penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa konsentrasi asam fosfat mencapai optimum pada konsentrasi 7 M.

### Pengaruh Waktu Optimum penyinaran

Setelah optimasi pada proses preparasi plat kaca-TiO<sub>2</sub> terhadap konsentrasi asam fosfat dan lama waktu perendaman dalam larutan asam fosfat, selanjutnya dipelajari pengaruh waktu penyinaran pada proses fotodegradasi larutan pewarna tekstil merah dengan variasi 1; 3; 5; 7; dan 10 jam.

Penentuan waktu optimum penyinaran perlu diketahui karena hal ini yang dapat mempengaruhi % pengelupasan dan % terdegradasi. Jika semakin lama waktu penyinaran maka semakin banyak pewarna yang terdegradasi. Untuk mengetahui pengaruh waktu penyinaran yaitu 80 ml larutan pewarna tekstil merah dengan menambahkan TiO<sub>2</sub> plat kaca pada kondisi optimum dan diberisinar UV dengan variasi lama waktu penyinaran.



Gambar 4. Pengaruh lama waktu penyinaran terhadap %pengelupasan dan %terdegradasi dari larutan pewarna tekstil

Pada gambar 4 menunjukkan bahwa semakin lama waktu penyinaran dengan lampu UV efektivitas fotodegradasi pewarna tekstil merah semakin tinggi karena tersedianya energi (foton) yang cukup untuk transisi elektron dari pita valensi ke pita konduksi pada katalis TiO<sub>2</sub> sehingga tersedia hole dan elektron untuk proses degradasi pewarna tekstil merah. Fotokatalis TiO<sub>2</sub>-plat kaca akan menghasilkan elektron yang meninggalkan lubang atau hole positif yang menginisiasi air untuk menjadi OH radikal, OH yang dihasilkan oleh fotokatalis TiO<sub>2</sub>-plat kaca tersebut yang berfungsi sebagai pendegradasi pewarna tekstil merah.

Pada gambar 4 dapat dilihat lama penyinaran 1 hingga 5 jam mengalami kenaikan % terdegradasi dikarenakan cukupnya energy untuk transisi electron dari pita valensi ke pita konduksi pada katalis TiO<sub>2</sub>, sehingga tersedianya hole dan electron untuk proses terdegradasinya pewarna tekstil merah semakin banyak. Sedangkan pada lama penyinaran 7 hingga 10 jam mengalami penurunan. Hal ini terjadi akibat pori pada TiO<sub>2</sub> yang menempel pada plat kaca telah banyak tertutupi oleh pewarna tekstil merah sehingga TiO<sub>2</sub> mengalami pengelupasan pada plat kaca dan juga mempengaruhi larutan yang diaduk karena TiO<sub>2</sub> yang terkelupas di dalam porinya terdapat pewarna tekstil merah yang telah terdegradasi, menyebabkan bercampurnya larutan dengan TiO<sub>2</sub> yang terkelupas. Jadi dapat disimpulkan bahwa lama waktu penyinaran yang terbaik yaitu pada waktu 5 jam dengan nilai %terdegradasi sebesar 55,000% dan simpangan baku 0,534, serta %pengelupasan sebesar 18,9533% dan simpangan baku 4,5479.

### KESIMPULAN

1. Semakin tinggi konsentrasi asam fosfat (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) dapat mengurangi %pengelupasan TiO<sub>2</sub> pada plat kaca dan didapatkan konsentrasi asam fosfat optimum yang digunakan adalah 7M.
2. Semakin lama waktu perendaman maka menurunkan %pengelupasan TiO<sub>2</sub> pada plat kaca dan didapatkan lama waktu perendaman optimum adalah 30 menit.
3. Semakin lama waktu penyinaran semakin tinggi %terdegradasi larutan pewarna tekstil merah dengan fotokatalis TiO<sub>2</sub>-plat kaca sebesar yaitu sebesar 55,000% ± 0,534 dan %pengelupasan 18,9533% ± 4,5479.

### DAFTAR PUSTAKA

Radecka M., Rekas M, Trenczek-Zajac A, Zakrzewsk K. 2008. *Importance of the band gap energi and flat band potential for application of modified*

- TiO<sub>2</sub> photoanodes in water photolysis*. *J. Power Sources.*, Volume 181, 46-55
- Utubira, Y., Wijaya, K., Triyono, dan Sugiharto, E., 2006, Preparation and Characterization of TiO<sub>2</sub>-Zeolite and Its Application to Degrade Textille Wastewater by Photocatalytic Method, *Indo. J. Chem.*, Vol 6 (3), pp. 231-237.
- Widhianti, W.D., 2010, Pembuatan Arang Aktif Dari Biji Kapuk (Ceiba petandra L.) Sebagai Adsorben Zat Warna Rhodamin B, *Skripsi S-1 Jurusan Kimia*, Surabaya : Fakultas SAINTEK Universitas Airlangga.
- Zsolt, Pap. 2011. *Synthesis, Morpho-structural Characterization and Environmental Aplication of Titania Photocatalysts Obtained by RapidCrystallization*. Ph.D Dissertation. University of Szeged, Babes-Bolyai University. Szaged, Hungary, Cluj-Napoca, Romania.
- Zaleska, Adriana, 2008, *Doped-TiO<sub>2</sub>: A Review, Recent Patents on Engineering*, Bentham Science Publishers Ltd, 2, 157-164

