

# OPTIMASI pH DAN WAKTU RADIASI PADA AKTIVITAS FOTOKATALITIK TiO<sub>2</sub> TERHADAP DEGRADASI ASAM HUMAT

Riri Enriyani<sup>1\*</sup>, Muhammad Ali Zulfikar<sup>2</sup>, Anita Alni<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Politeknik AKA Bogor, Tanah Baru, Bogor, Indonesia

<sup>2</sup>Institut Teknologi Bandung, Jalan Ganesha No. 10 Bandung

\*Email: ririyani@kemenperin.go.id

(Received : 1 Juni 2020; Accepted: 1 Juli 2020; Published: 1 Juli 2020)

## Abstrak

Fotokatalitik merupakan kombinasi proses fotokimia dan katalitik dimana cahaya dan katalis diperlukan untuk mempercepat transformasi kimia. Titanium Oksida atau Titania merupakan salah satu oksida yang digunakan sebagai fotokatalis karena bersifat inert, fotoaktif, stabil terhadap korosi dan dapat menyerap cahaya pada daerah UV-Vis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi pH dan waktu radiasi yang optimum pada aktivitas fotokatalitik untuk mendegradasi asam humat. Asam humat dapat bereaksi dengan spesi klor (OCl<sup>-</sup> /HOCl) menghasilkan trihalometana (THMs) yang menyebabkan keracunan pada manusia. Pada penelitian ini dilakukan variasi pH pada rentang pH 3-9 dan diperoleh degradasi optimum pada pH 3 sebesar 87,12%. Waktu radiasi divariasikan dalam rentang 30 - 180 menit dan diperoleh kondisi optimum pada waktu penyinaran selama 1 jam dengan degradasi asam humat sebesar 88%.

*Kata kunci : Titanium oksida; Metode Hidroterma; pH; Waktu Radiasi*

## Abstract

Photocatalytic is a combination of photochemical and catalytic process in which light and catalysts are needed to accelerate chemical transformation. Titanium oxide or Titania is one of oxide compound used as photocatalyst because of its properties such as inert, photoactive, stable to corrosion and can absorb light in UV-Vis area. The objective of this research is to know optimum condition of pH and radiation time for photocatalytic activity in humic acid degradation. Humic acid can react with chlorine species (OCl<sup>-</sup> /HOCl) produce trihalomethane (THMs) that caused toxic for human. Variation of pH was used around pH 3-9 and produce optimum condition in pH 3 by degradation 87,12%. Radiation time was varied around 30 until 180 minutes and produce optimum degradation during 1 hour by degradation around 88%.

*Keywords: titanium oxide; hydrothermal method; pH; radiation time*

---

## PENDAHULUAN

Fotokatalitik merupakan kombinasi proses fotokimia dan katalitik dimana cahaya dan katalis diperlukan untuk mempercepat transformasi kimia. Katalis pada proses fotokatalitik disebut fotokatalis dan memiliki kemampuan mengabsorpsi foton. Fotokatalitik dapat juga didefinisikan sebagai suatu proses yang dapat terjadi berdasarkan pada kemampuan ganda dari suatu fotokatalis untuk dapat mengabsorpsi foton secara bersamaan (Khan, 2017).

Dalam proses fotokatalitik, titanium oksida atau dikenal dengan Titania banyak digunakan sebagai fotokatalis karena sifatnya yang mendekati fotokatalis ideal. Semikonduktor yang berperan sebagai fotokatalis harus bersifat *inert*, fotoaktif, stabil terhadap korosi dan dapat menyerap cahaya pada daerah UV-Vis (Kitsao, 2009). Beberapa fotokatalis seperti ZnO, PbS dan CdS tidak cukup

stabil sebagai katalis di dalam air. ZnO tidak stabil karena padatan Zn(OH)<sub>2</sub> mudah larut dalam air yang dapat menghambat aktivasi dari ZnO. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SnO<sub>2</sub>, dan WO<sub>3</sub> memiliki pita konduksi pada tingkat energi di bawah potensial hidrogen sehingga memerlukan aplikasi listrik eksternal bias untuk menyelesaikan reaksi hidrolisis (Mital & Tripathi, 2011).

Proses fotokatalitik pada TiO<sub>2</sub> diawali dengan absorpsi energi foton oleh fotokatalis, yang menyebabkan terjadinya pemisahan muatan atau fotoeksitasi dalam semikonduktor. Elektron (e<sup>-</sup>) akan tereksitasi ke pita konduksi dengan meninggalkan lubang positif (H<sup>+</sup>) pada pita valensi. Proses redoks kemudian terjadi jika ada senyawa yang teradsorpsi pada permukaan semikonduktor. Elektron pada pita konduksi akan bereaksi dengan akseptor elektron dan lubang positif pada pita valensi akan bereaksi dengan

donor elektron. Senyawa-senyawa polutan organik umumnya adalah donor elektron dan jika berada dalam air dapat teroksidasi dengan dua cara yaitu bereaksi langsung dengan lubang positif atau bereaksi dengan radikal  $\cdot\text{OH}$  yang terbentuk dari oksidasi  $\text{H}_2\text{O}$  (Pelaeza dkk., 2012).

Beberapa penelitian telah dilakukan terkait dengan  $\text{TiO}_2$  sebagai fotokatalis baik untuk degradasi limbah organik, zat warna dan sebagai anti korosi pada besi. Salah satu aplikasinya adalah sebagai fotokatalis untuk mendegradasi zat warna metilen biru (Yeni dkk., 2015). Selain zat warna metilen biru, limbah yang perlu didegradasi salah satunya asam humat. Asam humat dapat bereaksi dengan spesi klor ( $\text{OCl}^- / \text{HOCl}$ ) menghasilkan trihalometana (THMs) dan asam haloasetat (HAAs), produk desinfektan di dalam air yang mengandung klor. Trihalometana dapat menyebabkan kanker dan keracunan bagi manusia. Asam humat dapat membentuk kompleks yang sangat kuat dengan kontaminan organik dan anorganik yang diketahui sebagai kontaminan yang fotoreaktif (Dziedzic dkk., 2010).

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Titanium Oksida, asam humat,  $\text{HCl}$ ,  $\text{NaOH}$  dan aquadest. Gelas piala, labu takar, spatula, fotoreaktor, pH-meter dan spektrofotometer UV-Vis

### Metode Penelitian Optimasi pH terhadap Aktivitas Fotokatalitik $\text{TiO}_2$

Sebanyak 50 mL larutan asam humat (HA) 20 ppm dimasukkan ke dalam 5 gelas kimia dengan variasi pH 3, 4, 5, 7, 9 dan masing – masing larutan ditambahkan 1gram  $\text{TiO}_2$  kemudian diaduk. Untuk memperoleh serapan maksimum, masing - masing larutan diletakkan selama 20 menit pada kondisi gelap. Larutan diradiasi di bawah lampu UV C (254 nm) dengan daya 20 W selama 1 jam dan jarak lampu 20 cm.

Setelah fotodegradasi, partikel fotokatalis dipisahkan melalui sentrifugasi. Konsentrasi HA yang tersisa ditentukan menggunakan spektrofotometer UV- Vis.

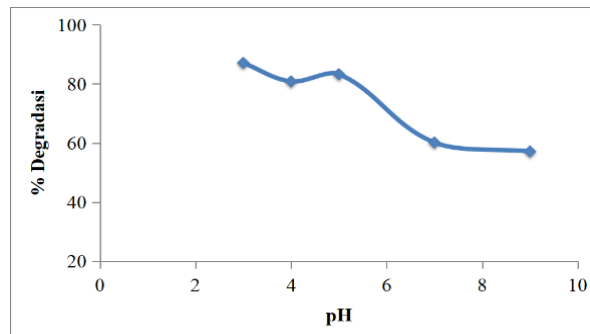
### Optimasi Waktu Radiasi terhadap Aktivitas Fotokatalitik $\text{TiO}_2$

Sebanyak 50 mL larutan asam humat (HA) pada pH optimum dimasukkan ke dalam 5 gelas kimia dan ditambahkan 0,03 gram  $\text{TiO}_2$  kemudian diaduk. Untuk memperoleh serapan maksimum, larutan diletakkan selama 20 menit pada kondisi gelap. Larutan diradiasi di bawah lampu UV C (254 nm) dengan daya 20 W pada jarak lampu 20 cm dan variasi waktu 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit dan 180 menit. Setelah fotodegradasi, partikel fotokatalis dipisahkan melalui sentrifugasi. Konsentrasi HA yang tersisa ditentukan menggunakan spektrofotometer UV- Vis.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

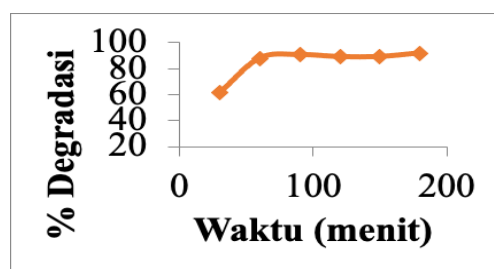
### Optimasi pH terhadap Aktivitas Fotokatalitik $\text{TiO}_2$

Variasi pH pada penentuan pH optimum dilakukan dengan penambahan  $\text{HCl}$  dan  $\text{NaOH}$  dari rentang pH 3-9. Berdasarkan Gambar 1 diperoleh kurva pengaruh pH senyawa  $\text{TiO}_2$  untuk mendegradasi larutan asam humat dimana pH optimum diperoleh pada pH 3.  $\text{TiO}_2$  merupakan senyawa amfoter yang muatannya bergantung pada pH. Laju aktivitas fotokatalitik bergantung pada banyaknya senyawa organik yang dapat diserap oleh ion  $\text{OH}^-$  pada  $\text{TiO}_2$ .



Gambar 1. Kurva pengaruh pH terhadap aktivitas fotokatalitik senyawa  $\text{TiO}_2$  (daya = 20 W,  $[\text{TiO}_2]= 2 \text{ gr/L}$ , waktu= 20 menit dan jarak lampu =20 cm)

Asam humat memiliki gugus fungsi hidrofilik dan hidrofobik. Semakin tinggi pH larutan, gugus fungsi pada asam humat terionisasi dan bermuatan negatif (JAREK dkk., 2003). Gaya tolak menolak terbesar terjadi pada pH 9 disebabkan permukaan  $\text{TiO}_2$  yang bermuatan negatif menyerap senyawa asam humat yang juga bermuatan negatif pada gugus karbonil seperti pada Gambar 2 sehingga degradasi yang terjadi kecil yaitu sekitar 57,12%.

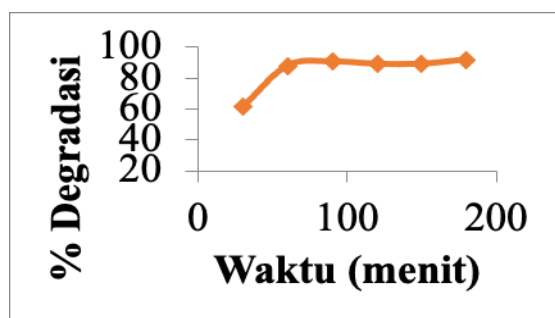


Gambar 2. Efek tolak menolak antara permukaan negatif  $\text{TiO}_2$  dengan asam humat dalam suasana basa

### Optimasi Waktu Radiasi terhadap Aktivitas Fotokatalitik $\text{TiO}_2$

Penentuan waktu radiasi optimum pada aktivitas fotokatalitik senyawa  $\text{TiO}_2$  dilakukan dengan variasi waktu radiasi dari 30–180 menit. Berdasarkan Gambar 3 diperoleh waktu optimum untuk mendegradasi larutan asam humat adalah 60 menit. Semakin lama waktu radiasi maka persentase

degradasi asam humat semakin besar. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu penyinaran maka akan banyak terbentuk OH radikal ( $\cdot\text{OH}$ ) yang mempercepat aktivitas fotokatalitik  $\text{TiO}_2$ .



Gambar 3. Kurva penentuan waktu optimum aktivitas fotokatalitik senyawa  $\text{TiO}_2$  (daya = 20 W, pH = 3,  $[\text{TiO}_2]$  = 0,6 gr/L dan jarak lampu = 20 cm)

Untuk lama waktu penyinaran lebih dari 90 menit persentase degradasi relatif tetap. Hal ini menunjukkan antara waktu 30 – 90 menit interaksi antara cahaya, asam humat dan  $\text{TiO}_2$  semakin besar sehingga OH radikal yang terbentuk juga semakin banyak. Semakin lama waktu penyinaran maka produk hasil degradasi fotokatalitik semakin banyak. Produk hasil degradasi ini dapat menghalangi interaksi cahaya, asam humat dan  $\text{TiO}_2$  sehingga persentase degradasi semakin menurun (FATIMAH dkk, 2016).

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa Aktivitas fotokatalitik  $\text{TiO}_2$  optimum diperoleh pada pH 3 dengan degradasi asam humat sebesar 87,12% dan waktu radiasi optimum selama 60 menit dengan degradasi asam humat sebesar 88%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dzidzic et al., (2010), Photocatalytic degradation of humic species as a method of their removal from water – comparizon of UV and artificial sunlight radiation, *Physicochemical Problems of Mineral Processing*, 45, 15 - 28.
- Fatimah dkk, (2016), Degradasi Zat Warna pada Air Gambut Menggunakan Metode Fotokatalitik  $\text{ZnO}$ . *Jurnal Teknik Lingkungan*, 22, 4-10.
- Jarek et al., (2003), Photocatalytic mineralization of humic acids with  $\text{TiO}_2$ : Effect of pH, sulfate and chloride anions. *International Journal of Photoenergy*, 5, 2.
- Khan M., (2017), *Nanocomposite for Visible Light-Induced Photocatalysis*, Springer, Berlin, 23 - 33.
- Kitsiou et al., (2009), Heterogeneous and homogeneous photocatalytic degradation of the insecticide imidacloprid in aqueous solutions, *Enviromental*, 86, 27-35.
- Mital & Tripathi. (2011), A review of  $\text{TiO}_2$  nanoparticles, *Physical Chemistry*, 56, 1639-1657.

Pelaez et al., (2012), A review on the visible light active titanium dioxide photocatalysts for environmental applications, *Enviromental*, 125, 341-349.

Yeni dkk, (2015), Degradasi Methylene Blue Menggunakan Fotokatalis  $\text{TiO}_2\text{-N}$ /Zeolit dengan Sinar Matahari. *Kimia.Studentjournal*, 1, 592-598