

## DEGRADASI SIANIDA DENGAN PENGOLAHAN FOTOKATALIS TiO<sub>2</sub>-ZEOLIT PADA LIMBAH TAPIOKA

**Rusma Putri Agustina dan Munawar Ali**

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Email: [Rusma.putria@yahoo.com](mailto:Rusma.putria@yahoo.com)

### ABSTRAK

*Sianida banyak terdapat pada limbah cair tapioka. Sianida dapat didegradasi menggunakan fotokatalis TiO<sub>2</sub>-Zeolit dengan aktivasi sinar UV, sinar UV dapat berasal dari lampu UV. Berbagai macam metode telah dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut, akan tetapi beberapa dari metode tersebut mempunyai kekurangan. Oleh karena itu pada penelitian ini telah dilakukan pengujian terhadap kemampuan fotokatalis TiO<sub>2</sub>-Zeolit untuk degradasi sianida pada limbah cair tapioka Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan dosis pembubuhan dan waktu kontak yang optimum dalam mendegradasi sianida pada limbah cair tapioka. Dari hasil penelitian ini untuk mendegradasi sianida diperoleh dosis pembubuhan 2,5 gram dengan waktu kontak 8 jam dengan prosentase penurunan sebesar 99,57%.*

**Kata kunci:** Fotokatalis, TiO<sub>2</sub>, Sianida, Degradasi, limbah cair tapioka

### ABSTRACT

*Cyanide is abundant in tapioca wastewater. Cyanide can be degraded using TiO<sub>2</sub>-Zeolite photocatalyst by activating UV light, UV light can come from UV lamps. Various methods have been done to overcome these problems, but some of these methods have disadvantages. Therefore in this study testing of the ability of TiO<sub>2</sub>-Zeolite photocatalysts for cyanide degradation in tapioca wastewater has been carried out. The purpose of this study to obtain optimum dosage and contact time in degrading cyanide in tapioca wastewater. From the results of this study to degrade cyanide obtained 2.5 grams of dosage with a contact time of 8 hours with a decrease percentage of 99.57%.*

**Keywords:** photocatalyst, TiO<sub>2</sub>, cyanide, degradation, tapioca wastewater

### PENDAHULUAN

Limbah cair yang dibuang ke lingkungan tanpa diolah terlebih dahulu dapat menimbulkan beberapa gangguan (Widayatno, 2008). Karena limbah cair tapioka mengandung bahan organik yang tinggi, seperti senyawa organik tersuspensi (lemak, karbohidrat, protein) maupun senyawa anorganik seperti sianida (CN), nitrit, ammonia, dan sebagainya (Riyanti dkk., 2010). Senyawa-senyawa tersebut dapat menyebabkan perubahan rasa dan bau yang tidak sedap, menimbulkan penyakit

seperti gatal-gatal, menurunkan kualitas air tanah disekitar pabrik tapioka (Widayatno, 2008). Sianida adalah zat sianida adalah zat beracun yang sangat mematikan. Sianida telah digunakan sejak ribuan tahun yang lalu, bahkan saat perang dunia pertama. Sudah banyak digunakan efek sianida ini sangat cepat dapat menyebabkan kematian dalam hitungan menit (Utama, 2013).

Sianida dapat ditemukan pada rokok, asap kendaraan bermotor, dan makanan seperti bayam, bambu, kacang, tepung tapioka, dan

singkong. Kadar sianida rata-rata dalam singkong masih di bawah  $50 \text{ mg.kg}^{-1}$  masih aman untuk dikonsumsi (Riyani, 2013).

Fotokatalis merupakan kombinasi proses fotokimia dan katalis dimana diperlukan sinar UV dan suatu semikonduktor untuk melangsungkan suatu reaksi kimia (Julius dkk., 2016). Proses fotoreduksi dan fotooksidasi dimulai pada saat fotokatalis mengadsorpsi energi foton dengan energi celah semikonduktor sehingga elektron akan tereksitasi dari pita valensi ke pita konduksi. Elektron pada pita konduksi merupakan reduktor kuat yang akan mereduksi spesi kimia lainnya yang mempunyai potensial reduksi  $+0,5\text{V}$  sampai  $-1,5\text{V}$  (Riyani, 2011). Semikonduktor adalah sebuah bahan dengan konduktivitas yang berada diantara insulator dan konduktor. Material semikonduktor dapat dimanfaatkan dalam proses fotokatalisis.

Titanium oksida seringkali disebut juga titania yang secara alami merupakan oksida dari titanium yang merupakan semikonduktor dengan celah terlarang  $3,0$  untuk rutil dan  $3,2 \text{ eV}$  untuk fase anatase. Secara kimia ditulis dengan rumus  $\text{TiO}_2$ .

Zeolit adalah mineral yang mempunyai struktur kristal yang sangat unik yaitu mudah diatur, sehingga sifat zeolit dapat dimodifikasi sesuai dengan keperluan pemakai. Karena keistimewaan tersebut maka zeolit dapat dipakai dalam berbagai bidang kegiatan seperti bidang peternakan, pertanian, kedokteran/kesehatan, lingkungan, industri bahan bangunan dan lain-lain. Sebelum digunakan umumnya zeolit alam harus ditingkatkan dulu mutunya. Untuk meningkatkan mutu zeolit alam Indonesia dalam upaya memperoleh nilai tambah yang lebih besar maka dilakukan pemurnian, aktivasi dan modifikasi. (Estiaty, 2010).

Berbagai proses fisika dan kimia telah dilakukan untuk mengatasi permasalahan ini seperti filtrasi, koagulasi, elektrokoagulasi, dan adsorpsi karbon aktif. Beberapa dari metode tersebut mempunyai kelemahan,

sebagai alternative dari metode tersebut dikembangkannya metode fotodegradasi menggunakan metode fotodegradasi dapat dilakukan dengan menggunakan katalis berupa semikonduktor, yang digunakan adalah  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{CdS}$ , dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Dan fotokatalis yang paling efektif adalah  $\text{TiO}_2$ . Karena punya energi *band gap* yang besar, tidak beracun, harga terjangkau dan melimpah dialam (Andari dkk., 2014). Titanium dioksida merupakan salah satu fotokatalis yang mempunyai aktivitas fotokatalis yang tinggi, akan tetapi tidak diimbangi oleh kemampuan dalam mengadsorpsi senyawa target, sehingga proses fotodegradasi fotokatalitik tidak berjalan dengan maksimal. Untuk menutupi kekurangan tersebut maka  $\text{TiO}_2$  dapat diimbangkan pada suatu adsorben. Suatu adsorben yang memiliki kemampuan adsorpsi yang tinggi. Beberapa jenis adsorben yang dapat digunakan sebagai adsorben diantaranya silika gel, karbon aktif, zeolit, dan bentonit (Aji dkk., 2016).

#### BAHAN DAN METODE

Bahan Bahan yang digunakan adalah limbah cair tapioka yang berasal dari industri rumah tangga desa Petok Kediri,  $\text{TiO}_2$ , zeolit, reaktor fotokatalis dan bahan kimia untuk analisis sianida.

##### Variabel Penelitian

- a. Variable Tetap (*Dependent*)
  1. Sianida
  2. Volume (3L)
  3. Lampu UV (90 watt)
  4. pH awal
  5. Rasio  $\text{TiO}_2$ -Zeolit (12 gram : 10 gram)
- b. Variabel Perlakuan (*Independent*)
  1. Waktu pemaparan (2 jam, 4 jam, 6 jam, 8 jam, 10 jam)
  2. Dosis pembubuhan dari  $\text{TiO}_2$ -Zeolit (0.65 gram, 1 gram, 1.5 gram, 2 gram, 2.5 gram)

Prosedur sintesis  $\text{TiO}_2$ -zeolit  
Pensintesisan Zeolit alam yang lolos ayakan 150 mesh kemudian diaktifkan terlebih

Dosis Pembubuhan (Gram)	Waktu Pemaparan (Jam)	Persen Removal (%)
	4	54,9
	6	82,4
	8	83,1
1,5	1	49,3
	2	69,4
	4	93,9
	6	96,9
	8	97,1
2	1	67,4
	2	84,7
	4	92,02
	6	98,8
	8	98,8
2,5	1	66,02
	2	85,1
	4	92,1
	6	99,27
	8	99,56

dahulu dengan cara direndam HCL selama 3 jam, kemudian dicuci dengan aquades. Selanjutnya sintesiskan Zeolit 10 gram zeolite: 12 gram TiO<sub>2</sub> dengan 40 mL etanol

**Proses Fotokatalis**

TiO<sub>2</sub>-Zeolit (variasi dosis pembubuhan 0.65 gram, 1 gram, 1.5 gram, 2 gram, 2.5 gram) dimasukkan ke dalam reaktor fotokatalis yang berisi limbah dengan volume 3 L. Selanjutnya diaduk secara merata selama pemaparan berlangsung yaitu selama 8 jam dengan pengambilan sampling (1 jam, 2 jam, 4 jam, 6 jam, dan 8 jam). absolut, lalu aduk dengan *magnetic stirrer* selama 5 jam. Masukkan sintesis TiO<sub>2</sub>-Zeolit pada oven dengan suhu 120 °C selama 5 jam. Setelah

itu kalsinasikan selama 5 jam dengan *furnace*.

**Tahap Analisis Sianida**

Limbah yang sudah diolah dengan menggunakan fotokatalis dianalisis untuk melihat berapa besar penurunan sianida yang terkandung dengan fotokatalis TiO<sub>2</sub>-Zeolit. Berikut ini pengujian sianida yang merujuk pada peraturan SNI 6989:2011.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Pengaruh Proses Fotokatalis Terhadap Penyisihan Sianida**

Perubahan nilai pH dari pH 8 menjadi 9.1, pada waktu ke 8 jam dan juga terdapat penurunan sianida. Menurut (Toor, dalam Dwiasi, 2014) pH dapat mempengaruhi muatan pada partikel TiO<sub>2</sub>- Zeolit. Hal ini terjadi karena pada pH tersebut terdapat ion hidroksil yang menyebabkan semakin tingginya pembentukan radikal •OH yang dihasilkan dari reaksi h<sup>+</sup> dengan ion hidroksil. Senyawa •OH tersebut digunakan untuk mendegradasi sianida (Riyani, 2010).

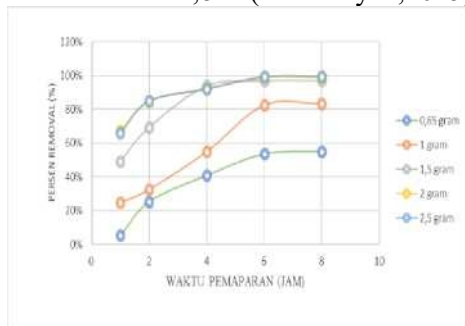
Pengambilan sampel dilakukan dengan variasi waktu penyinaran 1 jam, 2 jam, 4 jam, 6 jam, dan 8 jam dan variasi dosis TiO<sub>2</sub>-zeolit 0.65 gram, 1 gram, 1.5 gram, 2 gram, dan 2.5 gram di dalam reaktor fotokatalis. Hasil analisis kadar sianida yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel-1.** Penurunan Kadar Sianida

Dosis Pembubuhan (Gram)	Waktu Pemaparan (Jam)	Persen Removal (%)
0,65	1	5,3
	2	25,3
	4	40,8
	6	53,5
	8	55,1
1	1	24,6
	2	32,6

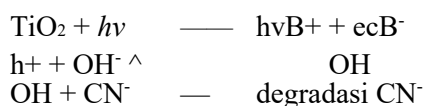
Berdasarkan tabel diatas dapat diperoleh hasil penyisihan sianida pada limbah cair tapioka meggunakan metode fotokatalis TiO<sub>2</sub>-zeolit dan sinar UV 90 watt. Pada variasi dosis pembubuhan katalis dengan waktu pemaparan. Penyisihan tertinggi pada dosis pembubuhan 2,5 gram dengan waktu pemaparan 8 jam yaitu sebesar 99,56% dan pada waktu 1 jam sebesar 66,02%. Serta penyisihan terendah pada dosis pembubuhan 0.65 gram hanya dapat menyisihkan sianida sebesar 55,1% pada waktu penyinaran 8 jam.

Hal tersebut menunjukkan bahwa waktu pemaparan fotokatalis menggunakan sinar UV tersebut berlaku untuk semua variasi dosis fotokatalis. Semakin lama waktu pemaparan semakin banyak energi foton (cahaya) yang diterima. Sehingga elektron yang tereksitasi juga semakin banyak. Karena menyerap energi dari sinar UV elektron dari pita valensi tereksitasi ke pita konduksi. Oleh karena itu akan terjadi kekosongan elektron (*hole*) pada pita valensi. Hole (h<sup>+</sup>) mampu mengoksidasi molekul air menjadi molekul senyawa hidroksil (OH). Senyawa hidroksil merupakan oksidator kuat dengan potensial oksidasi sebesar 2,8 V (Firmansyah,2015).



**Grafik -1:** Hubungan Waktu Pemaparan dan Dosis Pembubuhan Tio2-Zeolit Terhadap Penyisihan Sianida pada Proses Fotokatalis

Dengan kemampuan ini, digunakan untuk mengurangi senyawa organik maupun sianida dalam limbah cair tapioka.



Dapat dilihat dari tabel 1 bahwa semakin meningkatnya dosis fotokatalis TiO<sub>2</sub>-Zeolit maka penyisihan terhadap sianida semakin besar juga. Hal ini disebabkan karena semakin banyaknya dosis TiO<sub>2</sub>-Zeolit yang ditambahkan maka semakin banyak pula sisi aktif yang akan menghasilkan OH semakin banyak. semakin meningkatnya dosis fotokatalis TiO<sub>2</sub>-Zeolit maka penyisihan terhadap sianida semakin besar juga. Hal ini disebabkan karena semakin banyaknya dosis TiO<sub>2</sub>-Zeolit yang ditambahkan maka semakin banyak pula sisi aktif yang akan menghasilkan OH semakin banyak.

Menurut Julius Dkk., (2016) untuk penambahan jumlah fotokatalis TiO<sub>2</sub>-Zeolit lebih banyak dapat menurunkan kinerja dari penyisihan sianida tersebut. Hal ini disebabkan karena semakin banyaknya jumlah TiO<sub>2</sub>-Zeolit yang ditambahkan maka turbiditas larutan meningkat sehingga dapat menghalangi masuknya sinar UV kedalam seluruh bagian dari larutan yang membuat produksi pasangan *holes* (h<sup>+</sup>) atau elektron (e<sup>-</sup>) menurun.

### KESIMPULAN

1. Dosis pembubuhan optimum TiO<sub>2</sub>-Zeolit pada penyisihan sianida adalah sebesar 2,5 gram, dalam kondisi pH 8 dengan sinar lampu UV sebesar 90 watt.
2. Menurut hasil penelitian waktu optimum untuk proses fotokatalis TiO<sub>2</sub>-Zeolit dalam degradasi sianida adalah selama 8 jam dengan penurunan sianida 99,57%.

### UCAPAN TERIMA KASIH

- 1 Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat-Nya skripsi ini dapat terselesaikan dengan lancar.
- 2 Bapak Ir. Sutiyono, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
- 3 Bapak Okik Hendriyanto C., ST, MT. selaku Koordinator Program Studi

- Teknik Lingkungan.
- 4 Bapak Dr. Ir. Munawar Ali, MT. selaku dosen pembimbing skripsi saya yang telah memberikan arahan maupun kritik dan saran bimbingan yang sangat berguna dalam penyusunan skripsi ini.
  - 5 Bapak/Ibu dosen dan staff program studi Teknik Lingkungan yang telah banyak membantu saya untuk dapat melaksanakan penulis dalam studi.
  - 6 Kedua Orang tua yang saya sayangi, yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan penuh baik moril maupun materi, beliau adalah semangat terbesar serta panutan hidup saya.
  - 7 Terima kasih juga kepada teman-teman TL khususnya angkatan 2014.
  - 8 Semua pihak yang telah membantu dan yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu
- Riyani, K., dan Setyaningtyas, T. (2010), Penurunan Kadar Sianida Dalam Limbah Cair Tapioka Menggunakan Fotokatalis TiO<sub>2</sub>. *Jurnal Molekul*, 5(1),50-55.
- Riyani, K., dan Setyaningtyas, T. (2013), Fotodegradasi Sianida Dalam Limbah Cair Tapioka. *Jurnal Molekul*, 8(1), 49- 5.
- Riyatni, F., Lukitowati, P., Afrilianza. (2010). Proses Klorinasi Untuk Menurunkan Kandungan Sianida dan Nilai KOK pada Limbah Cair Tepung Tapioka. *Jurnal Penelitian Sains*,13(3)
- Utama, H., W., (2013). *Keracunan Sianida*. Universitas Brawijaya: Malang.
- Widayatno, T., dan Sriyani. (2008). Pengolahan Limbah Cair Industri Tapioka dengan Menggunakan Metode Elektroflokulasi. *Surakarta*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aji, N. A., Prasatyo, E.A., Ujiningtyas, R., Wirasti, H., dan Widiarti, N., (2016), Sintesis Komposit TiO<sub>2</sub> - Bentonit dan Aplikasinya Untuk Penurunan BOD dan COD Air Embung UNNES. *Jurnal Kimia Valensi*, 2(2), 114-119.
- Andari, N., D., dan Wardhani, S., (2014), Fotokatalis TiO<sub>2</sub> - Zeolit Untuk Degradasi Metilen Biru. *Chem. Prog*, 7 (1).
- Estiaty, L., M., (2010).Review: Rekayasa Mineral Zeolit Dengan Teknik *Wet Impregnation* Logam Inhibitor Sebagai Bahan Dasar Anti-Septik dengan Metode Aliran Kontinyu. *Jurnal Zeolit Indonesia*, 9 (2).
- Firmansyah, Mirzan, M., dan Prismawiryanti.. (2015). Aplikasi Fotokalis TiO<sub>2</sub>-Zeolit Untuk Menurunkan Intensitas Zat Warna Tartrazin Secara Fotokatalitik. *Online Jurnal of Natural Science*, 4(1), 10-16.
- Julius, M., F., Muhktar, A., dan Tamboesai, E., M.. (2016). TiO<sub>2</sub>-Zeolit dan Sinar UV Untuk Fotodegradasi Kandungan Zat Organik dan Warna pada Air Gambut. *Jurnal Kimia Publikasi Universitas Riau*.