

## UJI PENURUNAN JUMLAH *ESCHERICHIA COLI* MENGUNAKAN PROSES FOTOKATALIS DENGAN KATALIS TiO<sub>2</sub> DAN SINAR UV 15 WATT

### NUMBER OF *ESCHERICHIA COLI* REDUCTION TEST USING PHOTOCATALYST PROCESS WITH TiO<sub>2</sub> AND 15 WATT UV RAY

---

Rachmat Boedisantoso<sup>1)</sup>, Bowo Djoko Marsono, dan Ratih Supri Hantini  
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS, Kampus ITS Keputih Sukolilo Surabaya 60111  
Email: <sup>1)</sup>boedirb@yahoo.com

**Abstrak:** Bakteri *Escherichia coli* (*E.Coli*) merupakan salah satu bakteri yang paling banyak terdapat pada air baku untuk pengolahan air minum. Konsentrasi *E.Coli* dalam air sangat penting. Proses penginaktifasian bakteri *E.Coli* pada pengolahan air minum pada umumnya menggunakan pengolahan secara kimia seperti: klorinasi. Namun Proses klorinasi ini akan memberikan efek yang kurang baik terhadap kesehatan apabila terbentuk “desinfectan by product”. Sehingga perlu adanya suatu alternatif terhadap masalah tersebut. Salah satu alternatif pengolahan air adalah dengan menggunakan proses Fotokatalis. Sinar Ultraviolet merupakan suatu sinar yang digunakan untuk membunuh bakteri terutama pada air yaitu *E.Coli*. Ultraviolet yang terletak diantara X-Rays dan visible light memiliki kemampuan sebagai desinfektan secara fisik. Dalam rangka untuk meningkatkan efisiensi hasil pengolahan air minum ditambahkan katalis TiO<sub>2</sub>. Penelitian ini mengkaji kualitas air agar didapat sekecil mungkin konsentrasi *E.Coli* dalam air. Proses fotokatalisis yang dipergunakan adalah dengan katalis titanium dioksida (TiO<sub>2</sub>) dalam bentuk serbuk dan tablet, dengan menggunakan variasi ukuran dan bentuk katalis serta dosis katalis. Air sampel menggunakan biakan *E. coli* yang dilarutkan dalam air pengencer. Waktu pemaparan sinar ultraviolet selama 30 menit dengan daya lampu 15 w dan dosis TiO<sub>2</sub> 0,5 g/L; 1 g/L; 1,5 g/L; 2 g/L; 5 g/L; 10 g/L. Hasil penelitian menunjukkan bahwa katalis TiO<sub>2</sub> dalam bentuk serbuk, lebih optimal dibandingkan dengan menggunakan katalis dalam bentuk tablet. Dosis katalis TiO<sub>2</sub> optimum yang didapatkan dari penelitian dengan Lampu UV 15 Watt. adalah dengan penambahan sebanyak 0,5 gr/l. Dan pada menit ke 20. Dimana persen reduksi sebesar 100%. Reduksi ini sesuai dengan KEPMENKES tahun 2002 yang menyebutkan kandungan *E.Coli* untuk air minum sebanyak 0 MPN/100 ml sampel.

**Kata kunci:** *E. coli*, fotokatalisis, titanium dioksida, dan sinar ultraviolet.

**Abstract:** One of bacteria which the most found in feed water is *Escherichia coli* (*E.Coli*). Concentration of *E.Coli* in water is very importance. *E. Coli* bacteria inactivation processing of drinking water generally using chemical processes like chlorination. But this process if formed “desinfectan by product” will give bad effect to healthy. So that need an alternative to solve the problem. One of the alternative is using Photocatalytic process. Ultraviolet Ray is an ray used to kill bacteria especially *E. Coli* in the water. Ultraviolet which is ray between X-Rays and visible light own ability as physical In order to increase efficiency of drinking water processing enhanced by TiO<sub>2</sub> catalyst. This research is water quality study in order to got as small as possible *E.Coli* concentration in water. In this research is used photocatalysis process with titanium dioxide (TiO<sub>2</sub>) photocatalyst using ultraviolet lamp energy and variation of TiO<sub>2</sub>'s dosage. Sample water using *E. coli* cultivated which diluted in thinner water. Time of explanation ultraviolet light during 30 minutes with the power of lamp are 15 w with TiO<sub>2</sub> dosage are 0,5 g/L; 1 g/L; 1,5 g/L; 2 g/L; 5 g/L; 10 g/L; in powder and tablet form. The result of the research showed that the using of ultraviolet lamp with added of photocatalyst TiO<sub>2</sub> influence the reduction of *E. Coli*. The conclusion based on the research are the optimum dosage is 0,5 g/L (in powder form) in twenty minutes with 100% removal of *E. coli*. As well as KEPMENKES 2002 mentioning that content *E.Coli* for drinking water as much 0 MPN/100 ml.

**Keywords:** *E. coli*, photocatalist, titanium dioxide, and ultraviolet ray.

## PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan kehidupan di bumi. Air merupakan salah satu elemen dasar yang dibutuhkan oleh semua makhluk hidup. Kelangsungan hidup manusia sebagian besar membutuhkan air seperti : mandi, mencuci, minum dan lain-lain. Sehingga sifat-sifat dan bakteri toksik yang ada pada badan air perlu di hilangkan. Karena apabila zat-zat atau bakteri-bakteri yang ada dalam badan air terakumulasi di dalam tubuh, dapat berbahaya bagi kesehatan makhluk hidup terutama manusia. Salah satu parameter dalam air adalah jumlah bakteri yang terdapat dalam air tersebut, karena apabila bakteri-bakteri tersebut tumbuh dan berkembang dalam tubuh manusia dapat bersifat patogen. Dari sekian banyak jenis bakteri yang terdapat dalam air, bakteri *Escherichia coli* atau yang lebih sering disebut dengan *E.Coli* adalah salah satu indikator terhadap air.

Bakteri *Escherichia coli* (*E.Coli*) merupakan salah satu bakteri yang paling banyak terdapat pada air sungai. Konsentrasi *E.Coli* dalam air sangat penting. Proses penginaktifasian bakteri *E.Coli* secara kimia seperti: klorinasi memberikan efek yang kurang baik karena akan terbentuk “desinfektant by product” bila didalam air tersebut terdapat bahan-bahan organik. Sehingga perlu adanya suatu alternatif terhadap masalah tersebut. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan Proses Fotokatalitik. Sinar Ultraviolet merupakan suatu sinar yang digunakan untuk membunuh bakteri terutama pada air yaitu *E.Coli*. Ultraviolet yang terletak diantara X-Rays dan visible light memiliki kemampuan sebagai desinfektan secara fisik salah satunya dalam pengolahan air minum. Dengan penambahan katalis  $TiO_2$  diharapkan akan meningkatkan efisiensi proses.

Pada proses Fotokatalitik terjadi reaksi fotokimia. Reaksi fotokimia yang paling penting adalah proses deaktivasi pada keadaan tereksitasi. Proses fotokimia terbagi atas proses fotokimia primer dan proses fotokimia sekunder.

Fotokimia primer terjadi karena penyerapan radiasi secara langsung. Suatu molekul organik pada keadaan tereksitasi (singulet atau triplet) dapat berada pada proses fotokimia primer yang dapat diberikan dalam :

- Dessosiasi radikal-radikal bebas
- Dekomposisi dalam molekul-molekul
- Perubahan intramolekuler
- Foto addisi
- Fotodimerisasi
- Fotoionisasi
- Pelepasan satu atom hidrogen

Proses fotokimia sekunder biasanya terjadi apabila proses fotokimia primer berupa dekomposisi dalam radikal bebas.

Proses absorpsi sinar adalah suatu fenomena spesifik dan secara umum hanya merupakan bagian dari molekul, reaksi fotokimia sangat selektif yang disebabkan oleh fotosensibilisasi, karena itu reaksi ini mempunyai kemungkinan memberikan selektivitas yang tinggi dibanding reaksi thermal. Selektivitas yang tinggi ini terjadi, karena energi dari kuantum cahaya tepat sesuai untuk reaksi tertentu saja.

Katalis adalah substansi yang berfungsi untuk meningkatkan laju reaksi kimia, pada temperatur tertentu, namun tidak menimbulkan reaksi kimia terhadap katalis tersebut.

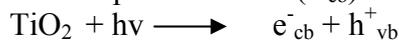
Katalis membuat reaksi menjadi lebih cepat karena perubahan yang mereka lakukan pada reaktan, yaitu dengan cara menurunkan energi aktivasi (energi terkecil yang dibutuhkan untuk membuat suatu reaksi terjadi). Sebagai contoh, suatu reaksi dapat saja berjalan berbulan-bulan bila dilakukan dengan alami, namun dengan penambahan katalis reaksi tersebut dapat berjalan beberapa jam, atau hanya beberapa menit saja.

Fotokatalis adalah zat yang memfasilitasi reaksi kimia bila terpapar sinar. Sistem fotokatalis untuk dapat aktif dan memainkan perannya membutuhkan sinar. Ada 2 macam sistem fotokatalis yaitu :

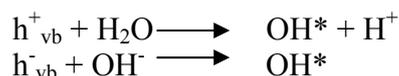
1. Sistem fotokatalis homogen  
Yaitu fotokatalis yang berada dalam fase yang sama dengan reaktannya. Secara umum bereaksi dengan satu atau lebih reaktan untuk membentuk senyawa kimia "intermediate" yang akan bereaksi untuk membentuk reaksi yang diinginkan.
2. Sistem fotokatalis heterogen  
Yaitu fotokatalis yang berada dalam fase yang berbeda dengan reaktannya.

TiO<sub>2</sub> secara luas telah dipergunakan dalam reaksi fotokimia yang menyangkut reaksi dengan menggunakan sinar. TiO<sub>2</sub> dalam bentuk bubuk maupun lembaran tipis, sebagai fotokatalis dapat menghancurkan bahan-bahan pencemar yang tidak kita inginkan jika diaktifkan terlebih dahulu dengan menyinarinya dengan sinar matahari langsung atau dengan lampu ultraviolet. TiO<sub>2</sub> menyerap sinar dan mengaktifkan reaksi untuk mendegradasi polutan beracun yang terkandung didalam larutan dan mengubahnya menjadi senyawa tak beracun yang dapat dilepaskan ke lingkungan sekelilingnya.

TiO<sub>2</sub> dalam perannya pada reaksi fotokatalitik merupakan pendegradasi berbagai komponen organik. Penggunaan titanium dioksida sebagai katalis dalam proses fotoredoks pertama kali dilakukan oleh Bard (1978) untuk proses oksidasi fotokatalitik pada polutan organik berbahaya berupa fenol dan sianida sehingga didapatkan proses reaksi yang lebih cepat. Hal ini dikarenakan penanganan dengan biodegradasi tidak memberikan hasil yang memuaskan. Penyinaran TiO<sub>2</sub> pada panjang gelombang < 400 nm menghasilkan elektron berlebih dalam pita konduksi (e<sup>-</sup><sub>cb</sub>) dan hole positif (h<sup>+</sup><sub>vb</sub>) dari pita valensi.



Di permukaan hole bereaksi dengan lingkaran fisik H<sub>2</sub>O atau lingkaran kimia OH<sup>-</sup> membentuk OH radikal (OH\*).



OH\* sangat reaktif melawan molekul organik dan mengubahnya menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O (anion halida bila molekul organik terdiri atas atom halogen) (H. Al – Ekabi et. al, 1993).

## METODA PENELITIAN

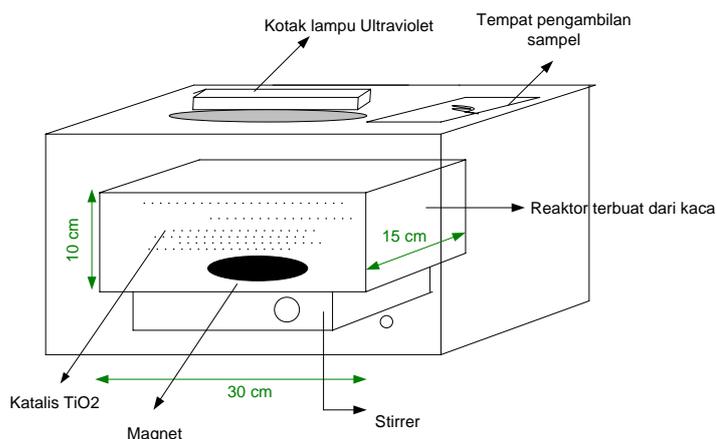
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah TiO<sub>2</sub>, NaCl, kaldu laktosa dan medium Brilliant Green Lactosa Bile. Sampel yang digunakan adalah sampel buatan dengan menggunakan biakan E.Coli. Dalam pembuatan sampel yang digunakan, menggunakan biakan E.Coli yang dimasukkan ke dalam air pengencer (NaCl 85%). Dan kemudian dilakukan penelitian pendahuluan terlebih dahulu sehingga mengetahui jumlah bakteri E.Coli awal yang ada dalam sampel. Metode yang digunakan untuk menghitung bakteri adalah metode MPN.

Variasi yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu Variasi dosis katalis TiO<sub>2</sub>. Variasi ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh katalis TiO<sub>2</sub> yang ditambahkan ke dalam reaktor terhadap penurunan jumlah *E.Coli*. TiO<sub>2</sub> yang dipergunakan dalam bentuk tablet dan serbuk. Banyaknya TiO<sub>2</sub> yang digunakan adalah 0,5 gr, 1 gr, 1,5 gr dan 2 gr.

Skema operasional dari reaktor terdiri dari empat perlakuan yaitu :

1. Diradiasi dengan Ultraviolet  
Sampel air yang akan diolah dimasukkan ke dalam reaktor tanpa penambahan bahan kimia lainnya. Kemudian lampu UV dinyalakan dan diambil sampelnya tiap 5 menit selama 1/2 jam.
2. Direaksikan dengan Titanium dioksida  
Sampel air dimasukkan ke dalam reaktor dan ditambah dengan katalis TiO<sub>2</sub> (Titanium dioksida) sesuai dengan variasi yang dilakukan. Sampel diambil dalam rentang 5 menit selama 1/2 jam pengoperasian reaktor untuk analisa jumlah *E.Coli*.

Reaktor yang dipergunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



**Gambar 1.** Reaktor Penelitian.

## ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

### Radiasi Sinar Ultraviolet

Besar flux density dari lampu UV dapat diukur dengan luxmeter, yaitu alat yang mampu untuk mendeteksi besarnya intensitas sinar yang keluar dari lampu. Perhitungan besarnya flux density ini dapat didekati dengan persamaan matematis untuk sumber cahaya isotropic (memancar ke segala arah), adalah sebagai berikut :

$$He = \frac{\Phi e}{4\pi R^2}$$

$$He = \frac{Ie}{R^2}, \text{dimana : } Ie = \frac{\Phi e}{\omega} \text{ dan } \omega = \frac{A}{R^2}$$

Nilai intensitas radiasi ( $Ie$ ) pada sumber isotropic menurut Ryer (1998) adalah :

1 watt/steradian ( $Ie$ ) = 12,566 watt

Didalam penelitian ini digunakan Lampu UV 15 watt. Sumber cahaya yang digunakan berasal dari lampu merkuri dengan jenis Philip TUV 15 yang memancarkan sinar dengan panjang gelombang antara 100-280 nm (UV C). Jarak antara lampu dengan reaktor kaca 10 cm. Didapatkan nilai flux density lampu merkuri minimum dalam unit radiasi adalah :

$$He = \frac{Ie}{R^2}$$

$$He = \frac{(15/12,566)}{10^2}$$

$$= 0,012 \text{ watt / cm}^2$$

Sedangkan energi foton yang dihasilkan oleh lampu dengan pendekatan matematis dari persamaan Planck adalah :

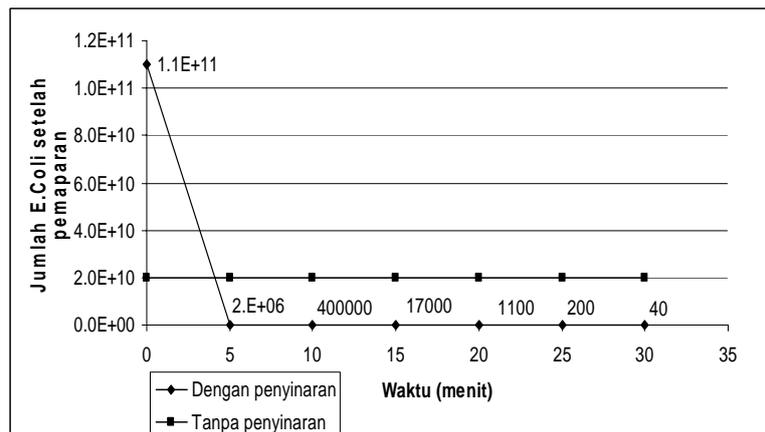
$$E_{280 \text{ nm}} = (6,623 \times 10^{-34} \times 2,998 \times 10^8) : (280 \times 10^{-6}) = 7,091 \times 10^{-22} \text{ joule}$$

$$E_{100 \text{ nm}} = (6,623 \times 10^{-34} \times 2,998 \times 10^8) : (100 \times 10^{-6}) = 1,985 \times 10^{-21} \text{ joule}$$

Jadi energi radiasi yang dihasilkan dari radiasi UV C berkisar antara  $7,091 \times 10^{-22}$  joule hingga  $1,985 \times 10^{-21}$  joule. Hal ini menunjukkan bahwa energi foton berbanding terbalik dengan panjang gelombang cahaya. Semakin pendek panjang gelombang suatu cahaya, maka energi foton akan semakin besar.

### Pengaruh Intensitas Sinar Ultraviolet

Sinar sebagai unsur terpenting dalam reaksi fotokimia sangat berpengaruh terhadap besarnya removal *E.Coli*. Pada sub bab ini dilakukan pembahasan mengenai seberapa besar pengaruh sinar ultraviolet terhadap jumlah *E.Coli* setelah pemaparan.



**Gambar 2.** Kurva jumlah *E.Coli* dengan dan tanpa penyinaran.

Dari gambar 2 hasil percobaan pada penggunaan sinar Ultraviolet terjadi penurunan jumlah *E.Coli* dimana penurunan tersebut menghasilkan penambahan prosentase removal. Sedangkan tanpa adanya sinar tidak terjadi penurunan jumlah *E.Coli*. Penurunan jumlah bakteri *E.Coli* pada sampel air yang disinari dengan sinar Ultraviolet terjadi karena adanya radiasi sinar Ultraviolet. Radiasi yang berasal sumber ultraviolet tersebut mempunyai efek germisidal yang dapat mempengaruhi sistem genetik suatu sel.

Radiasi sinar Ultraviolet yang digunakan berada pada rentang panjang 240-280 nm secara efektif mampu menginaktivasi mikroorganisme. Hal ini disebabkan, tingkat inaktivasi bakteri *E.Coli* dengan ultraviolet mencapai maksimum pada panjang gelombang mendekati 265 nm dan 220 nm, serta absorpsi DNA terhadap radiasi ultraviolet maksimum pada panjang gelombang 260 nm (Bolton,1999).

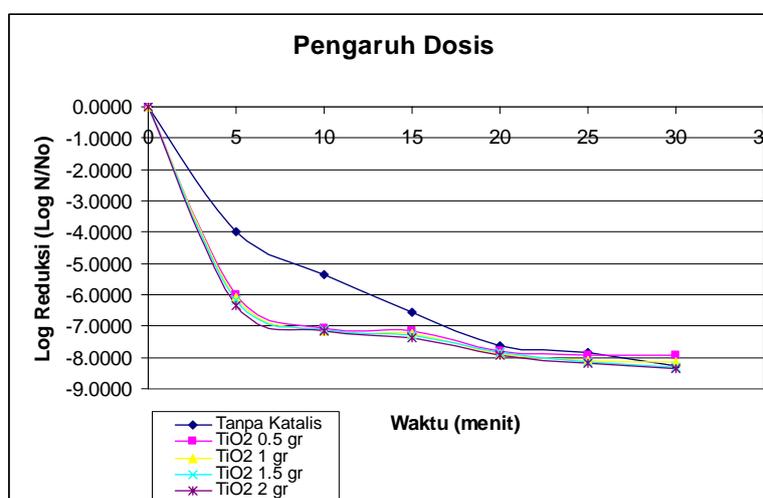
## Penggunaan Katalis TiO<sub>2</sub> dalam bentuk tablet

Dalam penelitian awal dilakukan percobaan dengan pembubuhan dosis katalis  $\leq 2$  gr/l untuk mengetahui seberapa besar pengaruh yang dihasilkan, serta untuk mengetahui apakah pada range ini telah diperoleh dosis yang optimum.

Dalam hal ini katalis yang digunakan berbentuk tablet dengan diameter  $\pm 1$  cm. Penelitian dilakukan dengan variasi dosis katalis (0,5 gr/l; 1 gr/l; 1,5 gr/l; 2 gr/l). Hasil percobaan ditunjukkan pada tabel dan gambar berikut ini :

**Tabel 1.** Pengaruh dosis katalis  $\leq 2$  gr/l dalam bentuk tablet terhadap log reduksi dan waktu .

Waktu (menit)	Log Reduksi				
	Tanpa Katalis	TiO <sub>2</sub> 0,5 gr/l	TiO <sub>2</sub> 1 gr/l	TiO <sub>2</sub> 1,5 gr/l	TiO <sub>2</sub> 2 gr/l
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
5	-4.0000	-6.0000	-6.0872	-6.1761	-6.3522
10	-5.3716	-7.0512	-7.1383	-7.1249	-7.1761
15	-6.5607	-7.1761	-7.2632	-7.3010	-7.3522
20	-7.6478	-7.8081	-7.8953	-7.8487	-7.9128
25	-7.8239	-7.9128	-8.0872	-8.1249	-8.1761
30	-8.2596	-7.9128	-8.1383	-8.3010	-8.3522



**Gambar 3.** Kurva Log Reduksi dengan dosis katalis  $\leq 2$ .

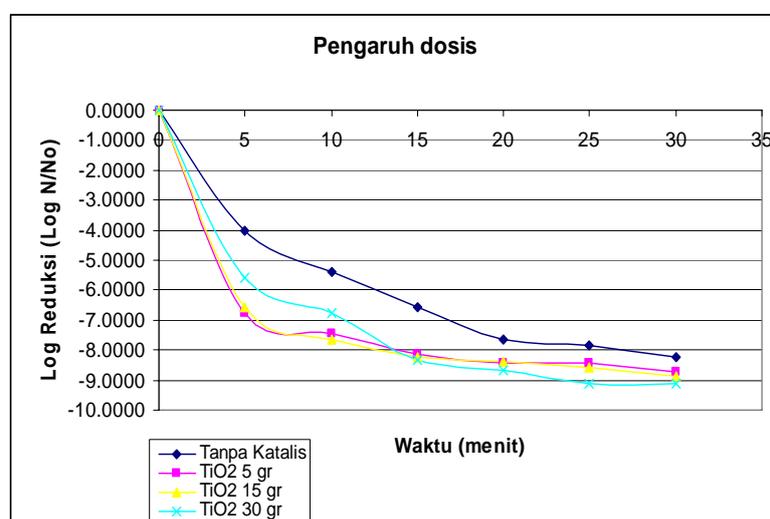
Pada tabel dan gambar diatas dengan penggunaan UV 15 Watt belum terdapat dosis optimum dimana pada menit ke-30 masih terdapat log reduksi. Dengan adanya log reduksi ini menandakan bahwa bakteri *E.Coli* masih terdapat dalam sampel air (Lampiran A). Hal ini tentu tidak sesuai dengan KEP MENKES tahun 2002 tentang baku mutu air minum yang menyatakan bahwa kandungan *E.Coli* dalam air sebesar 0 MPN/100 ml sampel. Pada tabel dan gambar tsb, dapat dilihat bahwa reduksi terbesar terjadi pada 5 menit awal. Pada pengoperasian UV 15 Watt tanpa penggunaan katalis TiO<sub>2</sub>, log reduksi yang dihasilkan pada menit ke-5 sebesar (-4,000) sedangkan pada penambahan katalis TiO<sub>2</sub> 2 gr/l, log reduksi yang dihasilkan sebesar (-6,3522). Akan tetapi, hasil yang didapat belum memenuhi

persyaratan sebagai air minum dimana kandungan *E.Coli* harus sebesar 0 MPN/100 ml. Hal ini mungkin disebabkan karena efisiensi katalis  $TiO_2$  yang digunakan dalam bentuk tablet dimana terdapat bahan perekat yang mempengaruhi kinerja dari katalis  $TiO_2$  sehingga hasil yang didapatkan kurang optimal.

Dengan melihat dari hasil percobaan diatas, dimana hasil yang didapatkan belum optimum. Maka pada percobaan selanjutnya dilakukan penambahan dosis katalis yaitu 5 gr/l, 10 gr/l dan 15 gr/l. Untuk mengetahui apakah pada range ini terdapat dosis optimum atau hasil yang didapatkan tetap sama dengan dosis katalis pada range 0,5 gr/l – 2 gr/l. Katalis  $TiO_2$  yang digunakan masih dalam bentuk tablet dengan diameter  $\pm$  1 cm. Hasil percobaan ditunjukkan pada tabel dan gambar berikut ini :

**Tabel 2.** Pengaruh Dosis Katalis dalam bentuk tablet terhadap log reduksi dan waktu.

Waktu (menit)	Log Reduksi			
	Tanpa Katalis	TiO <sub>2</sub> 5 gr/l	TiO <sub>2</sub> 15 gr/l	TiO <sub>2</sub> 30 gr/l
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
5	-4.0000	-6.7404	-6.5740	-5.5850
10	-5.3716	-7.4393	-7.6320	-6.7447
15	-6.5607	-8.1383	-8.2467	-8.3372
20	-7.6478	-8.4393	-8.3632	-8.6576
25	-7.8239	-8.4393	-8.5740	-9.0969
30	-8.2596	-8.7404	-8.8751	-9.0969



**Gambar 4.** Kurva Log Reduksi dengan dosis katalis 5 gr/l, 15 gr/l dan 30 gr/l.

Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa pada UV 15 Watt dengan penambahan dosis hingga 30 gr/l, belum menemukan dosis yang optimum dimana pada menit ke-30 masih terdapat log reduksi. Hal ini menandakan bahwa masih terdapat kandungan *E.Coli* di dalam sampel air (Lampiran A). Walaupun terdapat peningkatan reduksi namun tetap tidak terdapat dosis yang optimum. Pada dosis  $TiO_2$  30 gr/l pada menit ke 5 dan 10 terjadi penurunan reduksi. Tetapi, pada menit-menit selanjutnya terjadi lagi peningkatan reduksi. Pada gambar 4 dapat dilihat bahwa terjadi ketidakstabilan antara dosis-dosis tersebut. Dimana reduksi yang

ada besarnya naik turun. Akan tetapi, hasil akhir dari penyinaran menunjukkan bahwa masih terdapat kandungan *E.Coli* didalam sampel air dimana hal ini tidak sesuai dengan KEPMENKES tahun 2002 yang menyebutkan bahwa kandungan *E.Coli* didalam air minum sebesar 0 MPN/100 ml sampel. Dari percobaan diatas dengan penggunaan katalis  $TiO_2$  dalam bentuk tablet belum didapat hasil akhir yang optimum.

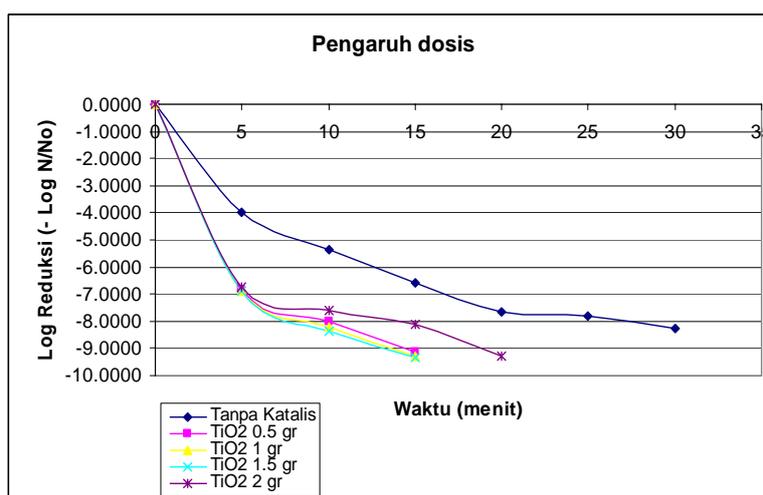
### Penggunaan Katalis $TiO_2$ dalam bentuk serbuk

Pada percobaan sebelumnya belum didapat hasil yang maksimal. Oleh karena itu, pada percobaan selanjutnya akan dilakukan dengan penggunaan katalis  $TiO_2$  dalam bentuk serbuk pada range 0,5 gr/l – 2 gr/l.

Hasil dari percobaan tersebut ditunjukkan pada tabel dan gambar berikut ini :

**Tabel 3.** Pengaruh dosis katalis dalam bentuk serbuk terhadap log reduksi dan waktu.

Waktu (menit)	Log Reduksi				
	Tanpa Katalis	TiO2 0.5 gr/l	TiO2 1 gr/l	TiO2 1.5 gr/l	TiO2 2 gr/l
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
5	-4.0000	-6.8617	-6.8953	-6.9128	-6.7570
10	-5.3716	-8.0000	-8.1963	-8.3522	-7.6021
15	-6.5607	-9.1249	-9.2632	-9.3522	-8.1249
20	-7.6478	-	-	-	-9.3010
25	-7.8239	-	-	-	-
30	-8.2596	-	-	-	-



**Gambar 5.** Kurva Log Reduksi dengan dosis katalis 0,5 – 2 gr/l.

Pada tabel 4 dapat dilihat bahwa pada UV 15 Watt terdapat dosis optimum dimana pada penambahan dosis katalis sebanyak 0,5 gr/l pada menit ke 15, log reduksi sebesar (-9,1249) dan pada menit ke-20, sudah tidak terdapat log reduksi yang menunjukkan bahwa pada sampel air kandungan *E.Coli* sebesar 0 MPN/100 ml sampel (Lampiran A). Pada

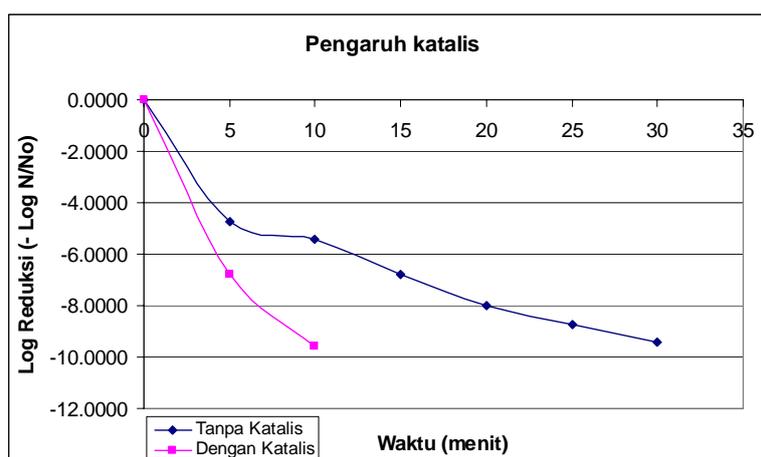
penambahan dosis katalis sebanyak 1 gr/l pada menit ke-15, log reduksi sebesar (-9,2632) dan pada menit ke 20, *E.Coli* dalam sampel air sudah habis. Sedangkan pada penambahan dosis katalis sebanyak 1,5 gr/l, log reduksi sebesar (-9,3522) dan pada menit ke 20, kandungan *E.Coli* juga sudah habis. Pada penambahan dosis katalis sebanyak 2 gr/l, log reduksi mengalami penurunan yaitu pada menit ke-20, log reduksi sebesar -9,3010) dan kandungan *E.Coli* dalam sampel habis dalam menit ke 25. Dari gambar 5 dapat dilihat, log reduksi terbesar terjadi pada menit ke -5 dan dari hasil percobaan diperoleh bahwa pembubuhan dosis katalis  $TiO_2$  memiliki titik optimum untuk mereduksi bakteri *E.Coli* pada penambahan katalis sebanyak 0,5 gr/l. Dimana prosentase removalnya mencapai 100 % pada menit ke 20. Hal ini sesuai dengan KEPMENKES tahun 2002 tentang baku mutu air minum yang menyebutkan bahwa kandungan *E.Coli* dalam air minum sebanyak 0 MPN/100 ml sampel.

### Pengaruh Dosis Katalis $TiO_2$

Pada percobaan ini hendak diamati tentang seberapa besar pengaruh katalis  $TiO_2$  terhadap log reduksi, yang mana secara teori removal yang dihasilkan akan lebih besar dengan adanya penambahan katalis 0,5 gr/l dan tanpa katalis.

**Tabel 5.** Pengaruh katalis terhadap log reduksi *E.Coli*.

Waktu (menit)	Log Reduksi	
	Tanpa Katalis	Dengan Katalis
0	0.0000	0.0000
5	-4.7404	-6.7891
10	-5.4393	-9.6021
15	-6.8109	-
20	-8.0000	-
25	-8.7404	-
30	-9.4393	-



**Gambar 6.** Kurva log reduksi *E.Coli* dengan dan tanpa katalis.

Dari hasil penelitian ini diperoleh hasil bahwa dengan penambahan dosis katalis  $TiO_2$  sebesar 0,5 gr/ liter (serbuk) pada menit ke 10 terjadi log reduksi sebesar (-9,6021) sedangkan apabila tidak diberi penambahan katalis pada menit ke -10 terjadi removal sebesar (-5,4393). Pada tabel dan gambar diatas terlihat bahwa pada 5 menit pertama terjadi

penurunan jumlah *E.Coli* yang cukup besar. Dengan jumlah konsentrasi besar, jumlah *E.Coli* yang direduksi akan lebih besar dengan waktu yang relatif cepat sedangkan setelah menit ke - 5 penurunan konsentrasi berlangsung stabil.

Pada tabel diatas terdapat perbedaan jumlah pemaparan *E.Coli* pada menit ke-15. Dalam hal ini menunjukkan dalam proses fotokimia diperlukan adanya katalis. Reaksi fotokimia dapat terjadi apabila katalis diaktifkan dengan cara melakukan penyinaran. Sinar yang diserap oleh  $\text{TiO}_2$  untuk mengaktifkan reaksi dalam mendegradasi bakteri yang terkandung dalam sampel air untuk diubah menjadi senyawa yang tidak beracun. Jadi reaksi fotokatalis adalah reaksi kimia bersama antara dua unsur yaitu cahaya atau sinar ultraviolet dengan katalis.

Hasil pengukuran (reduksi *E.Coli*) dalam penelitian ini, sudah memenuhi standar bakteriologis untuk air bersih dan air minum Departemen Kesehatan RI. Sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 907/MENKES/SK/VII/2002, persyaratan *E.Coli* untuk air minum sebesar 0 (MPN/100 ml).

## KESIMPULAN

Pada penelitian dengan menggunakan katalis  $\text{TiO}_2$  dalam bentuk tablet dengan diameter  $\pm 1$  cm, persen removal didapat hasil yang kurang optimal. Dimana pada penambahan dosis katalis hingga 30 gr/l pada menit ke-30, persen removal yang didapatkan masih 99,99 %. Sedangkan pada percobaan dengan menggunakan katalis  $\text{TiO}_2$  dalam bentuk serbuk, persen removal yang didapat lebih optimal dibandingkan dengan menggunakan katalis dalam bentuk tablet. Dimana pada dosis optimum, pada menit ke- 20, persen removal yang didapatkan hingga 100 %. Dosis optimum yang didapatkan dari penelitian adalah dengan penambahan dosis katalis  $\text{TiO}_2$  sebanyak 0,5 gr/l. Dimana terdapat persen reduksi sebesar 100 % pada menit ke 20 sehingga sesuai dengan KEPMENKES tahun 2002 yang menyebutkan kandungan *E.Coli* untuk air minum sebanyak 0 MPN/100 ml sampel.

## Daftar Pustaka

- APHA, AWWA, WPCF. "Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater". Edisi 19. Washington D.C. 1995.
- Bahl,B.S. "Essentials of physical chemistry.India" : S.Chand & Company LTD. 1997.
- Bryant, E.A. dan George P.F. Disinfection Alternatives for Safe Drinking Water. New York: Van Nostrand Reinhold. 1992.
- Clark, M. About E. coli. <URL:http://www.about-ecoli.com>. 2005.
- Mutiara, Endah."Efek Penyinaran pada Oksidasi Asam Oksalat dalam suspensi semi konduktor  $\text{TiO}_2$  dan  $\text{WO}_3$ .. Surabaya : Laporan Penelitian ITS. 1991.
- Giancolli, D.C. Principle With Application. Edisi 5. Prentice Hall. Upper Saddle River. New Jersey. 1998.
- Giese, N dan Darby, J. "Sensitivity of Microorganism to Different Wavelength of UV Light : Implications on Modelling of Medium Pressure UV Systems". Water Research. Volume 34. No. 16. p. 4007-4013. 1999.
- Kirk, R.E. dan D.F. Othmer. Encyclopedia of Chemical Technology. The Interscience Encyclopedia Inc. New York. 1982.
- Rio, S. dan Masamori I. "Fisika dan Teknologi Semikonduktor". Edisi 2. Pradnya Paramita. Jakarta. 1982.
- Ryer, A. "Light Measurement Handbook". International Light Inc. 1998.
- Sukardjo. "Kimia Fisika". Bina Aksara. Jakarta. 1989.
- Trihadiningrum, Y., H.S. Titah, dan Nurbajati. "Mikrobiologi Lingkungan. Jurusan Teknik Lingkungan. FTSP-ITS". Surabaya. 2001.
- Widodo, A.A. "Reaksi Fotokatalisasi Sebagai Salah Satu Aplikasi Energi Sinar Matahari Untuk Mengatasi Masalah Polusi". Majalah BPPT. Jakarta. 1996.