

OP-015

## PENGARUH BERAT TiO<sub>2</sub> ANATASE, KECEPATAN PENGADUKAN DAN pH DALAM DEGRADASI SENYAWA FENOL

Zulkarnaini<sup>1</sup>, Yeggi Darnas<sup>2</sup>, Nofriya<sup>3</sup>  
Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Andalas  
Kampus Limau Manis, Padang  
Email : zulkarnaini@ft.unand.ac.id, darnas06\_yg@yahoo.co.id,  
nofriya\_firdaus@yahoo.com

### ABSTRAK

*Senyawa fenol dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan pada konsentrasi yang rendah. Pada dekade terakhir banyak penelitian yang membuktikan bahwa teknologi fotokatalis oleh Titanium Dioksida (TiO<sub>2</sub>) anatase lebih baik dalam mendegradasi senyawa fenol. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis kemampuan TiO<sub>2</sub> anatase sebagai fotokatalis dalam mendegradasi senyawa fenol pada larutan artifisial dengan konsentrasi 14 mg/L dan menggunakan limbah cair Rumah Sakit Umum Pusat (RSUP) Dr. M Djamil Padang. Volume masing-masing larutan fenol artifisial dan limbah rumah sakit yang digunakan adalah 250 ml. Aktifasi fotokatalis TiO<sub>2</sub> menggunakan penyinaran dengan sinar lampu UV-C Philips 15 watt selama 1 jam. Variasi parameter penelitian meliputi berat TiO<sub>2</sub> anatase, kecepatan pengadukan dan pH pada larutan artifisial untuk mencari kondisi optimum. Kondisi optimum diaplikasikan pada limbah cair RSUP Dr. M Djamil Padang dengan konsentrasi 13,49 mg/L. Perlakuan pada sampel artifisial diperoleh berat TiO<sub>2</sub> anatase optimum 0,4 mg/L dengan efisiensi degradasi 76,02%, kecepatan pengadukan optimum 100 rpm dengan efisiensi degradasi 72,96% dan pH optimum 11 dengan efisiensi degradasi 80,87%. Aplikasi TiO<sub>2</sub> anatase pada kondisi optimum pada limbah RSUP Dr. M Djamil Padang diperoleh efisiensi degradasi fenol 71,94%.*

*Kata Kunci: fotokatalis, fenol, limbah cair, rumah sakit, TiO<sub>2</sub> anatase.*

### 1. Pendahuluan

Limbah cair yang dihasilkan dan dibuang oleh rumah sakit mengandung banyak senyawa kimia yang dapat membahayakan makhluk hidup dan lingkungan sekitar (Sumiyati dan Prabarani, 2008). Salah satu zat berbahaya yang terdapat di dalam limbah cair rumah sakit adalah senyawa fenol.

Rumah Sakit Umum Pusat (RSUP) Dr. M. Djamil Padang merupakan salah satu rumah sakit terbesar di Sumatera Barat. Hal ini mendatangkan banyaknya pasien rawat inap maupun rawat jalan yang berobat, yang akan menyebabkan peningkatan jumlah limbah cair yang dihasilkan, diantaranya senyawa fenol. Dari hasil analisis air limbah RSUP Dr.

M. Djamil Padang didapatkan konsentrasi senyawa fenol sebesar 13,483 mg/L. Fenol aman bagi lingkungan jika konsentrasinya berkisar antara 0,5 – 1,0 mg/L sesuai dengan Kep. No. 51/MENLH/10/1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri.

Kehadiran fenol dan turunannya pada badan air memiliki efek serius terhadap lingkungan meskipun pada konsentrasi yang relatif rendah. Pada konsentrasi tertentu senyawa ini dapat memberikan efek yang buruk terhadap manusia, antara lain berupa kerusakan hati dan ginjal, penurunan tekanan darah, pelemahan detak jantung, hingga kematian (Slamet dkk, 2008).

Beberapa metode telah diaplikasikan untuk penurunan senyawa fenol dalam limbah cair diantaranya metode fisika yaitu *adsorpsi*, metode kimia yaitu *ion exchange*, dan metode biologi (Slamet dkk, 2007). Namun metode tersebut memerlukan beberapa proses tertentu, menggunakan zat kimia, dan menghasilkan residu yang berbahaya bagi kesehatan (Mukaromah dan Irawan, 2009).

Pada dekade terakhir banyak penelitian yang membuktikan bahwa teknologi fotokatalis lebih baik dalam mendegradasi senyawa organik dan dinilai lebih ekonomis dalam pemakaian energi dan dapat menekan pemakaian bahan kimia. Hasil akhir dari pengolahan limbah cair dengan fotokatalis dinilai tidak berbahaya, ramah lingkungan, serta menghasilkan CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O (Esplugas, 2001). TiO<sub>2</sub> dalam bentuk anatase lebih sering digunakan dalam proses fotokatalis karena memiliki aktivitas fotokatalisis yang lebih tinggi dari pada fotokatalis lain.

Fenol pada limbah RSUP Dr. M. Djamil Padang berasal dari penggunaan bahan kimia pada aktifitas laboratorium, sisa obat-obatan dan desinfeksi untuk kegiatan sterilisasi. Untuk meminimalisir jumlah fenol dalam limbah RSUP Dr. M. Djamil Padang maka dilakukan penelitian mengenai pengaruh berat katalis TiO<sub>2</sub> anatase, kecepatan pengadukan dan pH dalam mendegradasi senyawa fenol.

## 2. Metode Penelitian

### Tahapan Penelitian

#### Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan adalah kegiatan yang dilakukan untuk mengumpulkan data-data awal dalam penelitian yaitu :

##### a. Survei Lapangan

Survei lapangan dilakukan di RSUP Dr. M. Djamil Padang untuk menentukan titik pengambilan sampel limbah cair di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).

##### b. Titik Pengambilan Sampel

Sampel diambil langsung (1 titik) pada bak kontrol limbah RSUP Dr. M. Djamil Padang dengan *metode grab sampling*.

### Persiapan Penelitian

#### a. Persiapan Alat

Peralatan yang dipakai adalah *beaker glass* 1000 ml, labu ukur 2000 ml, pipet takar 20 ml dan 5 ml berfungsi untuk mengambil sampel, spatulla, termometer, neraca digital, pH meter, *jar test*, spektrofotometer, lampu UV C Philips 15 watt dengan panjang gelombang 250-300 nm, kuvet, pipet tetes berfungsi untuk mengambil zat, karton hitam.

#### b. Persiapan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah larutan fenol artifisial, limbah cair RSUP Dr. M. Djamil Padang, fotokatalis TiO<sub>2</sub> anatase, NaOH dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NH<sub>4</sub>OH, larutan penyangga fosfat, larutan aminoantipirin, larutan kalium ferisianida, air suling.

### Karakterisasi Awal Sampel

Sampel limbah cair RSUP Dr. M. Djamil Padang yang akan diperlakukan dengan fotokatalis TiO<sub>2</sub> anatase, terlebih dahulu dianalisa parameter konsentrasi fenol, pH dan suhu di laboratorium air Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Andalas.

### Pengukuran Konsentrasi Senyawa Fenol

Penentuan konsentrasi senyawa fenol pada limbah cair RSUP Dr. M. Djamil Padang dilakukan proses ekstraksi dan diukur menggunakan metode spektrofotometri dengan spektrofotometer pada panjang gelombang Spektrofotometer 500 nm.

### Pengukuran pH

Derajat keasaman sampel limbah rumah sakit diukur dengan menggunakan pH meter.

### Pengukuran Suhu

Pengukuran suhu dilakukan dengan memasukkan sampel limbah RSUP Dr. M. Djamil Padang kedalam *beaker glass* sebanyak 250 ml, selanjutnya dilakukan

pengukuran suhu sampel dengan menggunakan termometer.

#### **Penelitian pada Larutan Artifisial**

Pada penelitian larutan artifisial dilakukan pembuatan larutan artifisial, penentuan berat  $\text{TiO}_2$  anatase, kecepatan pengadukan optimum dan pH optimum. Dalam penelitian ini reaktor yang digunakan adalah *jar test*, gelas kimia 1 liter dengan empat buah lampu UV-C Phillips 15 W dengan panjang gelombang 254 nm.

##### **a. Pembuatan Larutan Artifisial**

Larutan artifisial fenol dibuat dengan melakukan pengenceran senyawa artifisial fenol murni 1000 mg/L menjadi 14 mg/L yang mendekati konsentrasi limbah asli. Pembuatan larutan artifisial ini dengan cara mengambil 28 mg/L senyawa fenol dari 1000 mg/L larutan fenol. Kemudian diencerkan kedalam labu 2 liter.

##### **b. Penelitian dengan Variasi Berat $\text{TiO}_2$ Anatase**

Pada penelitian variasi berat  $\text{TiO}_2$  anatase, ke dalam gelas kimia 1000 mL dimasukkan sebanyak 250 mL larutan artifisial dan ditambahkan  $\text{TiO}_2$  anatase sesuai dengan variasi berat yang telah ditetapkan yaitu: 0,1 gram, 0,4 gram, 0,7 gram, 1,0 gram dan 1,3 gram. Larutan disinari dibawah lampu UV selama 60 menit, pH 8, dan diaduk menggunakan *jar test* dengan kecepatan pengadukan 100 rpm. Pengukuran konsentrasi fenol dilakukan setelah proses penyinaran dan pengadukan menggunakan spektrofotometer.

##### **c. Penelitian dengan Variasi Kecepatan Pengadukan**

Pada penelitian dengan variasi kecepatan pengadukan, ke dalam gelas kimia 1000 mL dimasukkan sebanyak 250 mL larutan artifisial dan ditambahkan  $\text{TiO}_2$  anatase optimum dari variasi berat  $\text{TiO}_2$  anatase. Penelitian variasi kecepatan dilakukan sesuai dengan kecepatan yang telah ditetapkan yaitu 50 rpm, 75 rpm, 100 rpm, 125 rpm dan 150 rpm. Larutan disinari

dibawah lampu UV selama 60 menit dan pH 8, sama dengan pH limbah asli. Konsentrasi fenol diukur setelah proses penyinaran dan pengadukan menggunakan spektrofotometer.

##### **d. Penelitian dengan Variasi pH**

Pada penelitian dengan variasi pH, ke dalam gelas kimia 1000 mL dimasukkan sebanyak 250 mL larutan artifisial yang ditambahkan  $\text{TiO}_2$  anatase optimum dari variasi berat  $\text{TiO}_2$  anatase dan menggunakan kecepatan optimum dari variasi kecepatan pengadukan. Penelitian variasi pH dilakukan sesuai dengan variasi pH yang telah ditetapkan yaitu: 5, 6,5, 8, 9,5, dan 11. Larutan disinari dibawah lampu UV selama 60 menit kemudian dilanjutkan dengan pengukuran konsentrasi fenol setelah proses penyinaran dan pengadukan menggunakan spektrofotometer.

#### **Penelitian pada Sampel Limbah Asli**

Pada penelitian sampel limbah asli digunakan berat  $\text{TiO}_2$  anatase optimum, kecepatan pengadukan optimum dan pH optimum yang diperoleh dari penelitian larutan artifisial. Ke dalam gelas kimia 1000 mL dimasukkan sebanyak 250 mL sampel limbah asli dan disinari dibawah lampu UV selama 60 menit. Konsentrasi fenol diukur setelah proses penyinaran dan pengadukan menggunakan spektrofotometer.

### **3 Hasil Dan Pembahasan**

#### **Analisis Air Limbah Rumah Sakit Umum Pusat (RSUP) M. Djamil Padang**

Analisis dilakukan di laboratorium air Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Andalas. Parameter yang dianalisis adalah konsentrasi fenol dengan metode spektrofotometer dan pH menggunakan alat pH meter. Hasil pengujian air limbah dapat dilihat pada tabel 4.1.

**Tabel 1.** Hasil Pengujian Fenol dan pH Limbah RSUP Dr. M. Djamil Padang

No	Parameter	Satuan	Sampel	Baku Mutu (KepmenL H No. 51)
1	fenol	mg/L	13,483	0,5-1
2	pH	mg/L	8	6-9

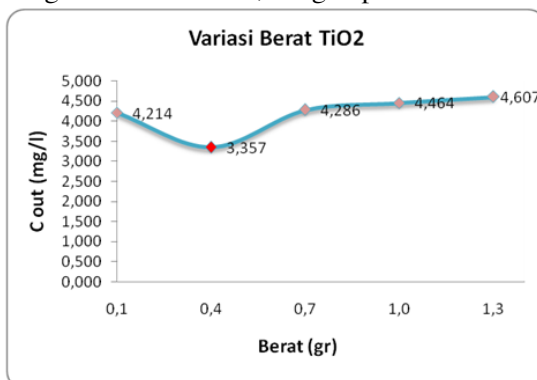
Berdasarkan hasil analisis senyawa fenol pada sampel limbah RSUP Dr. M. Djamil Padang didapatkan nilai konsentrasi senyawa fenol sebesar 13,483 mg/L dan pH 8. Konsentrasi 13,483 mg/L dijadikan sebagai dasar pembuatan larutan artifisial sebesar 14 mg/L.

#### Penelitian dengan Larutan Artifisial

Penelitian optimasi dilakukan pada larutan artifisial fenol dengan konsentrasi 14 mg/L. Konsentrasi ini digenapkan dari konsentrasi fenol pada limbah rumah sakit sebesar 13,483 mg/L. Penelitian ini menggunakan katalis TiO<sub>2</sub> anatase dengan melakukan tiga variasi penelitian yaitu variasi berat TiO<sub>2</sub> anatase, kecepatan pengadukan dan pH pada volume 250 mL. Kondisi optimum dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan efisiensi degradasi yang paling besar.

#### a. Hasil Berat TiO<sub>2</sub> Anatase Optimum

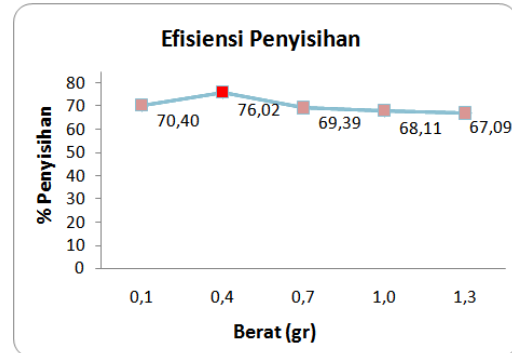
Variasi berat TiO<sub>2</sub> anatase yang dilakukan pada penelitian ini adalah 0,1 gr, 0,4 gr, 0,7 gr, 1,0 gr, dan 1,3 gr. Volume larutan artifisial sebesar 250 mL, waktu yang digunakan 60 menit, dengan pH 8.



**Gambar 1.** Konsentrasi Akhir Fenol untuk Variasi Berat TiO<sub>2</sub> Anatase

Pada gambar 1 terlihat bahwa pada variasi berat 0,1 gr, 0,4 gr, 0,7 gr, 1,0 gr dan 1,3 gr terjadi penyisihan konsentrasi senyawa fenol selama 60 menit sebesar 4,214

mg/L, 3,357 mg/L, 4,286 mg/L, 4,464 mg/L dan 4,607 dari konsentrasi awal mg/L. Jadi dapat disimpulkan bahwa penyisihan konsentrasi senyawa fenol paling besar terlihat pada berat TiO<sub>2</sub> anatase 0,4 gr, dimana konsentrasi awal senyawa fenol yaitu 14 mg/L berkurang menjadi 3,357 mg/L.



**Gambar 2.** Efisiensi Degradasi Senyawa Fenol untuk Variasi Berat TiO<sub>2</sub> Anatase

Pada gambar 2 terlihat bahwa untuk variasi berat TiO<sub>2</sub> anatase 0,1 gr dan 0,4 gr terjadi penyisihan konsentrasi dengan efisiensi 70,40%, dan 76,02%. Sedangkan variasi berat TiO<sub>2</sub> anatase 0,7gr, 1,0 gr, dan 1,3 gr degradasi yang terjadi memiliki nilai efisiensi 69,39%, 68,11% dan 67,09%. Efisiensi terbesar dari variasi berat TiO<sub>2</sub> anatase terlihat pada variasi berat TiO<sub>2</sub> anatase 0,4 gr yaitu dengan nilai efisiensi 76,02%. Dari lima variasi berat TiO<sub>2</sub> anatase yang digunakan dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa berat TiO<sub>2</sub> anatase 0,4 gr merupakan berat optimum dan dapat dipakai untuk penelitian variasi berikutnya.

Penelitian variasi berat katalis TiO<sub>2</sub> anatase pada larutan artifisial didapatkan bahwa berat optimum dalam mendegradasi senyawa fenol adalah 0,4 gr dengan efisiensi sebesar 74,18%.

Bertambahnya katalis meningkatkan penyisihan fenol karena semakin banyak TiO<sub>2</sub> anatase, semakin banyak fenol yang terdegradasi karena semakin banyak foton yang akan bereaksi dengan TiO<sub>2</sub> anatase. Penambahan katalis akan menambah luas area permukaan untuk terjadinya adsorpsi dan reaksi fotokatalisis serta

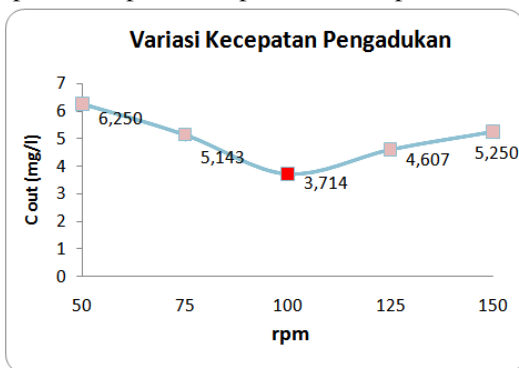
meningkatkan laju pembentukan elektron dan *hole*, sehingga akan semakin banyak  $\text{OH}^\bullet$  yang terbentuk untuk bereaksi dengan fenol dipermukaan katalis  $\text{TiO}_2$  (Slamet dkk, 2008).

Proses degradasi akan menurun jika katalis terlalu banyak digunakan,. Hal ini disebabkan jumlah maksimum katalis akan menciptakan bayangan pada partikel katalis sehingga akan menghalangi penetrasi foton kedalam katalis yang disebut efek bayangan atau *shading effect* (Slamet dkk, 2008).

Kemampuan permukaan  $\text{TiO}_2$  anatase sebagai fotokatalis adalah menyediakan  $\text{H}^\bullet$  dengan radikal oksidasi yang besar. Hal tersebut dapat menyediakan radikal hidroksil secara kontinu sesuai dengan sumber fotonnya. Sifat  $\text{TiO}_2$  sebagai pengoksidasi yang kuat membuatnya mampu mengoksidasi senyawa fenol yang ada di dalam larutan (Arutanti dkk, 2009).

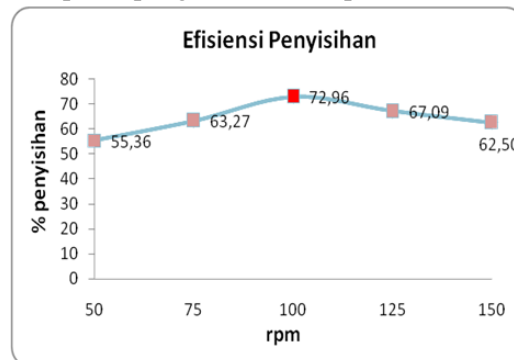
### b. Hasil Kecepatan Pengadukan Optimum

Setelah berat  $\text{TiO}_2$  anatase optimum didapatkan, variasi berikutnya yang akan dicari adalah kecepatan pengadukan. Kecepatan pengadukan awal yang dipakai dalam penelitian variasi berat  $\text{TiO}_2$  anatase merupakan variabel tetap yang digunakan dalam penelitian ini. Untuk mengetahui kecepatan pengadukan optimum, maka diperlukan penelitian selanjutnya dengan melakukan variasi kecepatan pengadukan yaitu 50 rpm, 75 rpm, 100 rpm, 125 rpm dan 150 rpm.



Gambar 3. Konsentrasi Akhir Fenol untuk Variasi Kecepatan Pengadukan

Pada gambar 3 terlihat untuk kecepatan pengadukan 50 rpm, 75 rpm, dan 100 rpm, mampu mengurangi konsentrasi senyawa fenol dari konsentrasi awal senyawa fenol 14 mg/L menjadi 6,250 mg/L, 5,143 mg/L dan 3,714 mg/L. Sedangkan untuk kecepatan 125 rpm 4,607 dan 150 rpm konsentrasi senyawa fenol menjadi 4,607 mg/L dan 5,250 mg/L. Maka dapat disimpulkan dari gambar 3 penyisihan konsentrasi senyawa fenol yang paling besar terjadi pada kecepatan pengadukan 100 rpm.



Gambar 4. Efisiensi Degradasi Senyawa Fenol untuk Variasi Kecepatan Pengadukan

Gambar 4 menunjukkan bahwa untuk kecepatan pengadukan 50, 75, 100 125 dan 150 rpm efisiensi degradasi senyawa fenol sebesar 55,36%, 63,27% 72,96%, 67,10% dan 62,50%. Jadi efisensi terbesar dari variasi kecepatan pengadukan yaitu 100 rpm dengan nilai efisiensi 72,96%. Dari lima variasi kecepatan pengadukan yang digunakan dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa kecepatan pengadukan 100 rpm merupakan kecepatan pengadukan optimum dan dapat dipakai untuk penelitian variasi berikutnya. Semakin besar kecepatan akan meningkatkan jumlah  $\text{TiO}_2$  anatase yang terkontakkan dengan UV sehingga laju oksidasi akan semakin besar dalam mendegradasi senyawa fenol.

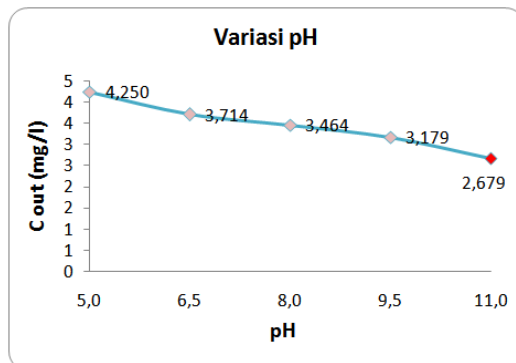
Pengadukan adalah suatu proses dimana akan terjadi keseimbangan adsorpsi dan desorpsi pada permukaan semi konduktor. Dalam penelitian ini kecepatan pengadukan 100 rpm merupakan kondisi yang paling seimbang antara absorpsi dan desorpsi.



Akan tetapi, apabila proses yang terjadi tidak seimbang akan mengakibatkan adsorpsi akan besar dari desorpsi maka proses masuknya substrat selanjutnya terhalangi, sehingga efisiensi fotokatalis menjadi berkurang.

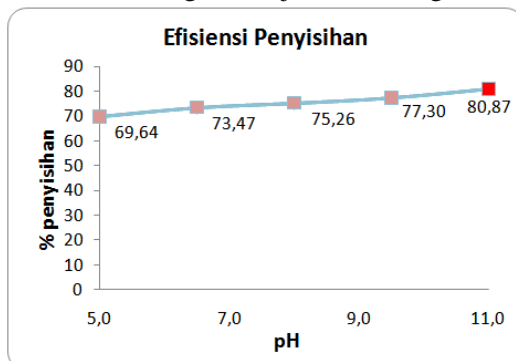
### c. Hasil pH Optimum

Variasi pH dilakukan dari pH yang mewakili sifat asam hingga pH yang mewakili pH basa yaitu pH 5, 6,5, 8, 9,5, dan 11.



Gambar 5. Konsentrasi Akhir Senyawa Fenol untuk Variasi pH

Gambar 5 menunjukkan bahwa pada variasi pH 5, 6.5, 8, 9.5 dan 11 terjadi penyisihan dari konsentrasi awal fenol 14 mg/L menjadi 4,250 mg/L, 3,714 mg/L, 3,464 mg/L, 3,179 mg/L dan 2,679 mg/L. Sehingga dapat disimpulkan penyisihan konsentrasi senyawa fenol yang paling besar berada pada pH 11 dengan penyisihan konsentrasi awal senyawa fenol dari 14 mg/L menjadi 2,679 mg/L.



Gambar 6. Efisiensi Degradasi Senyawa Fenol untuk Variasi pH

Gambar 6 menunjukkan terjadi kenaikan efisiensi degradasi secara berturut-turut pada variasi pH 5, 6.5, 8, 9.5 dan 11 dengan efisiensi degradasi senyawa fenol

sebesar 69,64%, 73,47% , 75,25%, 77,27% dan 80,87%. Jadi dapat disimpulkan bahwa pH 11 merupakan pH optimum dengan nilai degradasi senyawa fenol paling baik karena pada pengujian pH 13,5 hasil analisis tidak dapat dibaca pada alat. Selain itu, pada pH di atas 11, TiO<sub>2</sub> anatase telah mengalami perubahan menjadi Ti(OH)<sub>4</sub> yang tidak lagi memiliki sifat semikonduktor. Semakin tinggi pH maka semakin banyak fenol yang terdegradasi karena pada pH basa fenol membentuk ion fenoksida, ion ini lebih mudah terdegradasi dari pada fenol (Rahmani, 2007).

### 4.4. Penelitian pada Sampel Limbah RSUP Dr. M. Djamil Padang

Hasil yang didapatkan dari variasi berat TiO<sub>2</sub> anatase, kecepatan pengadukan, dan pH optimum didapatkan bahwa ketiga variasi tersebut mempengaruhi degradasi fenol. Dengan berat optimum sebesar 0,4 gr didapatkan efisiensi degradasi sebesar 76,02%, pada kecepatan pengadukan optimum 100 rpm didapatkan efisiensi degradasi 72,96% dan pada pH 11 efisiensi degradasi fenol dapat mencapai 80,87%.

Jadi, berat TiO<sub>2</sub> anatase, kecepatan pengadukan dan pH mempengaruhi degradasi fenol pada kondisi larutan artifisial sehingga saat diaplikasikan pada limbah RSUP Dr. M. Djamil Padang, hasil yang didapatkan tidak jauh berbeda dengan larutan artifisial tersebut.

Penelitian dengan limbah RSUP Dr. M. Djamil Padang, dilakukan dengan menggunakan lama penyinaran selama 60 menit dan kondisi optimum dari variasi berat TiO<sub>2</sub> anatase, kecepatan pengadukan dan pH. Pada penelitian dengan limbah RSUP Dr. M. Djamil Padang, terdapat perbedaan dengan hasil penelitian pada larutan artifisial sebesar 9,21%. Efisiensi degradasi pada limbah RSUP Dr. M. Djamil Padang didapatkan sebesar 71,66% sedangkan pada larutan artifisial didapatkan efisiensi yang lebih tinggi yaitu sebesar 80,87%. Hal ini diperkirakan karena adanya pengaruh senyawa-senyawa lain yang terdapat pada limbah

asli yang saling berkompetisi dalam berikatan dengan senyawa  $\text{TiO}_2$  anatase sehingga fenol tidak secara optimal dapat disisihkan oleh senyawa  $\text{TiO}_2$  anatase.

#### 4. Simpulan Dan Saran

##### Simpulan

Berdasarkan dari hasil analisis degradasi senyawa fenol menggunakan metode fotokatalis pada larutan artifisial dan sampel limbah Rumah Sakit Umum Pusat (RSUP) Dr. M. Djamil Padang, dapat diambil beberapa simpulan sebagai berikut:

1. Untuk larutan artifisial, berat optimum  $\text{TiO}_2$  anatase dalam mendegradasi senyawa fenol sebesar 0,4 gr dengan efisiensi degradasi sebesar 76,02%, kecepatan pengadukan optimum adalah 100 rpm dengan efisiensi degradasi sebesar 72,96%, dan pH optimum adalah pH 11 dengan nilai efisiensi degradasi sebesar 80,86%.
2. Tingkat efisiensi degradasi senyawa fenol pada limbah RSUP Dr. M. Djamil Padang adalah 71,94%, nilai ini lebih rendah dari larutan artifisial yang mempunyai efisiensi degradasi sebesar 80,86%.

##### Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, beberapa hal yang dapat disarankan adalah sebagai berikut.

1. Pemanfaatan  $\text{TiO}_2$  anatase sebagai fotokatalis pada fenol dapat dilanjutkan dengan penelitian berbagai jenis senyawa organik dan senyawa logam lainnya.
2. Penggunaan lampu UV dapat digantikan dengan sinar matahari karena Indonesia merupakan daerah tropis yang memiliki intensitas matahari yang besar.

##### Daftar Pustaka

- Arutanti, O., Abdullah, M., Hkairurrijal. Mahfudz, H. 2009. Penjernihan Air dari Pencemar Organik dengan Proses Fotokatalis pada Permukaan Titanium Dioksida ( $\text{TiO}_2$ ). *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi Agustus 2009*.
- Esplugas, S. 2001. Comparison of Different Advanced Oxidation Processes for Phenol Degradation. *Water Research, Vol 36*.
- Mukaromah, A. H., Irawan. 2009. *Pemanfaatan Reaktor Membran Fotokatalitik dalam Mendegradasi Fenol dengan Katalisis  $\text{TiO}_2$  dengan Adanya Ion Logam  $\text{Fe(III)}$  dan  $\text{Cu(II)}$* . Laporan Penelitian. Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Slamet., Bismo, S., Arbianti, R., Sari, Z. 2008. *Penyisihan Fenol dengan Kombinasi Proses Adsorpsi dan Fotokatalisis Menggunakan Karbon Aktif dan  $\text{TiO}_2$* . Laporan Penelitian. Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Slamet., Ellyana, M. M., Bismo, S. 2007. *Modifikasi Zeolit Alam Lampung Dengan Fotokatalis  $\text{TiO}_2$  Melalui Metode Sol Gel dan Aplikasinya Untuk Penyisihan Fenol*. Laporan Penelitian. Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Sumiyati, S., Prabarani, F. 2008. *Pengolahan Limbah Cair dan Limbah Betalaktam PT. Phapros, Tbk Semarang. Jurnal Presipitasi. Vol. 5 No. 2*.
- Rahmani, A.R. 2007. *Investigation of Photocatalytic Degradation of Phenol by  $\text{Uv/TiO}_2$  Process*. Laporan Penelitian. Hamedan University of Medical Sciences.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. Kep-51/MENLH/10/1995 tentang Buku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri.