

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/316470743>

# Penurunan Chemical Oxygen Demand (COD) Limbah Larutan Penyapu Jenuh Antara Dengan Pereaksi Fenton Dan Kaporit

Article · June 2013

CITATIONS

0

READS

2,749

3 authors:



**Ahmad Ramadhan**  
Peruri

1 PUBLICATION 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Sutanto Latif**

11 PUBLICATIONS 8 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Ani Iryani**  
Universitas Pakuan

21 PUBLICATIONS 156 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



electrocoagulation for waste water [View project](#)



Photocatalyst [View project](#)

## **Penurunan *Chemical Oxygen Demand* (COD) Limbah Larutan Penyapu Jenuh Antara Dengan Pereaksi Fenton Dan Kaporit**

\*Ahmad Ramadhan, Sutanto, Ani Iryani

<sup>1</sup>Jurusan Kimia, FMIPA Universitas Pakuan Bogor  
Jln. Pakuan PO Box 452 Bogor 16143, Jawa Barat  
\*aramadhan6796@gmail.com ; sutanto\_psl@yahoo.co.id ;  
ani\_iryani62@yahoo.co.id

### **ABSTRAK**

Limbah larutan penyapu jenuh adalah limbah yang berasal dari proses pelarutan tinta dan daur ulang yang terus menerus sehingga jenuh dan tidak dapat digunakan kembali. Limbah ini harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan karena bersifat basa, berbusa, dan mengandung COD yang tinggi. Pereaksi fenton dan kaporit merupakan bahan yang memiliki sifat oksidator. Radikal hidroksil yang dihasilkan dari pereaksi fenton dan ion hipoklorit yang dihasilkan dari kaporit dapat mengoksidasi zat-zat organik dalam limbah tersebut sehingga dapat menurunkan nilai COD. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi optimum pereaksi fenton dan kaporit untuk menurunkan COD dan efektivitas keduanya dalam menurunkan COD limbah larutan penyapu jenuh.

Metode penelitian yang dilakukan terdiri dari pengujian karakteristik limbah, perlakuan terhadap limbah, serta analisis data. Pengujian karakteristik limbah meliputi pengukuran pH, total padatan, dan COD. Perlakuan terhadap limbah yaitu menggunakan pereaksi fenton dan kaporit pada kondisi optimum masing-masing pereaksi. Penentuan kondisi optimum pereaksi fenton menurunkan COD meliputi pH, waktu kontak, konsentrasi  $\text{FeSO}_4$ , dan konsentrasi  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Penentuan kondisi optimum kaporit menurunkan COD meliputi pH, waktu kontak, dan konsentrasi kaporit.

Hasil penelitian menunjukkan kondisi optimum pereaksi fenton untuk menurunkan COD limbah larutan penyapu jenuh yaitu pada pH 3, waktu kontak 90 menit, konsentrasi katalis  $\text{FeSO}_4$  1:10 dengan  $\text{H}_2\text{O}_2$ , dan dosis  $\text{H}_2\text{O}_2$  2000 mg/L akan dapat menurunkan COD sebesar 46,41%. Kondisi optimum kaporit untuk menurunkan COD limbah larutan penyapu jenuh yaitu pada pH 7, waktu kontak 60 menit, dan dosis kaporit 4000 mg/L akan dapat menurunkan COD sebesar 17,34%.

**Kata kunci** : Limbah, COD, pereaksi fenton, kaporit, oksidasi

### **Pendahuluan**

Percetakan adalah sebuah proses industri untuk memproduksi secara massal tulisan dan gambar terutama dengan tinta di atas kertas menggunakan sebuah mesin cetak. Perkembangan teknologi dan pasar grafika yang terus berubah cepat menjadikan para pelaku industri percetakan tertuntut harus dapat menyesuaikannya. Perkembangan industri yang semakin pesat dan peraturan mengenai limbah industri yang semakin ketat

serta tuntutan untuk mewujudkan pembangunan yang berwawasan lingkungan, maka teknologi pengolahan limbah yang efektif dan efisien menjadi sangat penting.

Pada proses pencetakan, tinta pada pelat cetak yang berasal dari rol tinta disapu dengan rol penyapu menggunakan larutan penyapu yaitu suatu larutan yang digunakan untuk membersihkan rol penyapu pada proses cetak yang menggunakan sistem “*water wiping*” (Djidas *et al.*, 1988). Kandungan larutan penyapu adalah natrium hidroksida, *sulfonated castor oil* (SCO) dan *soft water*. Larutan penyapu yang telah bercampur dengan tinta kemudian dilakukan proses daur ulang untuk memisahkan antara tinta dan larutan penyapu. Hasil proses daur ulang ini berupa larutan penyapu yang jernih dan dapat digunakan kembali untuk membersihkan silinder penyapu pada proses cetak. Proses daur ulang yang terus menerus menyebabkan larutan penyapu menjadi jenuh yang ditandai dengan larutan berwarna coklat dan kurang bersihnya hasil penyapuan tinta pada silinder penyapu (Mulyani, 2008).

Limbah larutan penyapu jenuh adalah limbah yang berasal dari proses pelarutan tinta dan daur ulang yang terus menerus sehingga jenuh dan tidak dapat digunakan kembali. Limbah ini harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan karena bersifat basa (mengandung NaOH sebagai penghancur yang melarutkan bahan pengikat (*varnish*) dari tinta cetak sehingga tinta larut (Wiratno, 2009)), berbasa (mengandung SCO sebagai penurun tegangan permukaan sehingga tinta tidak menempel pada pelat yang merupakan hasil proses sulfonasi (substitusi gugus sulfonil (-SO<sub>3</sub>OH) pada gugus OH asam risinoleat) dari minyak jarak (Wiratno, 2009)), dan COD tinggi (terlarut kandungan bahan tinta seperti *Plastiscizer*, wax, *anti set off*, pengencer (*reducer*), anti oksidan, dan *dryer* (Eldred, 2001) yang umumnya merupakan senyawa organik berantai panjang). Limbah dengan nilai COD yang tinggi sangat berbahaya bagi lingkungan karena dapat menurunkan kandungan oksigen terlarut dalam air. Salah satu cara menurunkan COD dalam limbah adalah dengan proses oksidasi (Tchobanoglous, *et al.*, 2003).

Beberapa jenis zat pengoksidasi yang dikenal seperti ozon (O<sub>3</sub>), H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, permanganat (MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>), klorin (Cl<sub>2</sub>), hipoklorit (OCl<sup>-</sup>), dan dikromat (Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup>) (Tchobanoglous, *et al.*, 2003). Percobaan yang dilakukan menggunakan kalsium hipoklorit (kaporit) karena bahan ini mempunyai kemampuan sebagai oksidator, murah, mudah didapat, dan mekanisme kerja kaporit mengoksidasi zat organik berdasarkan reaksi reduksi standar dari ion hipoklorit (Tchobanoglous, *et al.*, 2003), serta menggunakan pereaksi fenton yang merupakan campuran H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dan katalis FeSO<sub>4</sub> untuk menurunkan COD karena bahan ini dapat menghasilkan radikal hidroksil yang mempunyai kemampuan oksidator (*Industrial Wastewater*, 2007), mekanisme kerja radikal hidroksil berbeda dengan oksidator lain yaitu tidak berdasarkan reaksi reduksi standar dari H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, dan reaksi berjalan cepat karena adanya katalis. Perbedaan mekanisme untuk mengoksidasikan zat organik ini yang akan dibahas hasilnya terhadap efektivitas keduanya dalam menurunkan COD limbah larutan penyapu jenuh.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi optimum dan membandingkan antara pereaksi fenton dan kaporit dalam menurunkan COD limbah larutan penyapu jenuh. Hipotesis dari penelitian ini pereaksi fenton lebih efektif daripada kaporit dalam menurunkan COD limbah larutan penyapu jenuh.

## **Metoda Penelitian**

### *Bahan*

Alat dan bahan yang digunakan adalah *digestion vessel* bertutup ulir, pemanas dengan lubang penyangga tabung, mikroburet, pengaduk magnetik, pH meter (Fisher Scientific, Inggris), spektrofotometer UV-VIS (HACH DR2800, Jerman), limbah larutan penyapu, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, Ca(OCl)<sub>2</sub> (Tjiwi Kimia), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (MERCK), AgSO<sub>4</sub> (MERCK), AgNO<sub>3</sub> (MERCK), K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> (MERCK), K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> (MERCK), HgSO<sub>4</sub> (MERCK), FeSO<sub>4</sub> (MERCK), dan C<sub>8</sub>H<sub>5</sub>KO<sub>4</sub> (MERCK).

### *Metode*

Metode penelitian yang dilakukan terdiri dari pengujian karakteristik contoh limbah yang meliputi pH, suhu, total padatan, dan *chemical oxygen demand* (COD), serta perlakuan terhadap contoh limbah yaitu menggunakan pereaksi fenton dengan variasi pH, waktu pengadukan, dosis H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dan dosis FeSO<sub>4</sub> yang optimum serta menggunakan kaporit dengan variasi pH, waktu pengadukan dan dosis kaporit yang optimum.

Penentuan Kondisi Optimum Pereaksi Fenton (*Industrial waste water*, 2007)

Penentuan pH Optimum

Dimasukkan 200 ml limbah ke dalam piala gelas. Diaduk limbah tersebut menggunakan pengaduk magnetik, kemudian atur pH larutan hingga pH 2 dengan menambahkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Ditambahkan 100 ppm FeSO<sub>4</sub> dan 500 ppm H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ke dalam larutan. Larutan diaduk selama 120 menit, setelah selesai diamkan larutan selama 5 menit. Diambil larutan bagian atas (hingga tinggal bagian endapan) dan diatur pH nya agar diperoleh pH = 7. Diperiksa nilai COD nya dengan metode spektrofotometri. Dilakukan cara kerja yang sama, tetapi pH larutan diatur hingga pH 3, 4, 5, dan 6.

Penentuan Waktu Pengadukan Optimum

Dimasukkan 200 ml limbah ke dalam piala gelas. Diaduk limbah tersebut menggunakan pengaduk magnetik, kemudian atur pH hingga pH optimum dengan menambahkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Ditambahkan 100 ppm FeSO<sub>4</sub> dan 500 ppm H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ke dalam larutan. Larutan diaduk selama 30 menit. Setelah selesai, diamkan larutan selama 5 menit. Diambil larutan bagian atas (hingga tinggal bagian endapan) dan diatur pH nya agar diperoleh pH = 7. Diperiksa nilai COD nya dengan metode spektrofotometri. Dilakukan cara kerja yang sama, tetapi lama waktu pengadukan selama 60, 90, 120, dan 150 menit.

Penentuan Dosis Optimum FeSO<sub>4</sub>

Dimasukkan 200 ml limbah ke dalam piala gelas. Diaduk limbah tersebut menggunakan pengaduk magnetik, kemudian atur pH hingga pH optimum dengan menambahkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Ditambahkan 100 ppm FeSO<sub>4</sub> dan 500 ppm H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ke dalam larutan. Larutan diaduk selama waktu pengadukan optimum. Setelah selesai, diamkan larutan selama 5 menit. Diambil larutan bagian atas (hingga tinggal bagian endapan) dan diatur pH nya agar diperoleh pH = 7. Diperiksa nilai COD nya dengan metode

spektrofotometri. Dilakukan cara kerja yang sama, tetapi dosis  $\text{FeSO}_4$  sebanyak 62,5 ppm, 50 ppm, 25 ppm, dan 10 ppm.

#### Penentuan Dosis Optimum $\text{H}_2\text{O}_2$

Dimasukkan 200 ml limbah ke dalam piala gelas. Diaduk limbah tersebut menggunakan pengaduk magnetik, kemudian atur pH hingga pH optimum dengan menambahkan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Ditambahkan  $\text{FeSO}_4$  sesuai dengan dosis optimumnya dan 500 ppm  $\text{H}_2\text{O}_2$  ke dalam larutan. Larutan diaduk selama waktu pengadukan optimum. Setelah selesai, diamkan larutan selama 5 menit. Diambil larutan bagian atas (hingga tinggal bagian endapan) dan diatur pH nya agar diperoleh  $\text{pH} = 7$ . Diperiksa nilai COD nya dengan metode spektrofotometri. Dilakukan cara kerja yang sama, tetapi dosis  $\text{H}_2\text{O}_2$  sebanyak 1000 ppm, 2000 ppm, 4000 ppm, dan 8000 ppm.

#### Penentuan Kondisi Optimum Kaporit (Tchobanoglous, *et al.*, 2003)

##### Penentuan pH Optimum

Dimasukkan 200 ml limbah ke dalam piala gelas. Diaduk limbah tersebut menggunakan pengaduk magnetik, kemudian atur pH larutan hingga pH 6 dengan menambahkan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Ditambahkan 500 ppm kaporit 10% ke dalam larutan. Larutan diaduk selama 120 menit, setelah selesai diamkan larutan selama 5 menit. Diperiksa nilai COD nya dengan metode spektrofotometri. Dilakukan cara kerja yang sama, tetapi pH larutan diatur hingga pH 7, 8, 9, dan 10.

##### Penentuan Waktu Pengadukan Optimum

Dimasukkan 200 ml limbah ke dalam piala gelas. Diaduk limbah tersebut menggunakan pengaduk magnetik, kemudian atur pH hingga pH optimum dengan menambahkan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Ditambahkan 500 ppm kaporit 10% ke dalam larutan. Larutan diaduk selama 30 menit. Setelah selesai, diamkan larutan selama 5 menit. Diperiksa nilai COD nya dengan metode spektrofotometri. Dilakukan cara kerja yang sama, tetapi lama waktu pengadukan selama 60, 90, 120, dan 150 menit.

##### Penentuan Dosis Optimum Kaporit

Dimasukkan 200 ml limbah ke dalam piala gelas. Diaduk limbah tersebut menggunakan pengaduk magnetik, kemudian atur pH hingga pH optimum dengan menambahkan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Ditambahkan 500 ppm kaporit 10% ke dalam larutan. Larutan diaduk selama waktu pengadukan optimum. Setelah selesai, diamkan larutan selama 5 menit. Diperiksa nilai COD nya dengan metode spektrofotometri. Dilakukan cara kerja yang sama, tetapi konsentrasi kaporit sebanyak 1000 ppm, 2000 ppm, 4000 ppm, dan 8000 ppm.

##### Pengukuran pH (SNI 06-6989.11 – 2004)

pHmeter dikalibrasi menggunakan buffer standar pH 4 dan 7. Dituangkan limbah ke dalam piala gelas 250 ml. Dicelupkan elektroda pHmeter ke dalam larutan limbah. Ditunggu sampai pembacaan nilai pH stabil yang terlihat pada layar pHmeter *Fisher Scientific* terdapat tulisan "STABLE". Dicatat pH dan suhu limbah.

#### Pengukuran Total Padatan (SNI 06-6989.26-2005)

Dipipet 5 ml contoh limbah ke dalam botol timbang yang telah diketahui bobot kosongnya. Dipanaskan ke dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam. Didinginkan ke dalam eksikator dan ditimbang hingga mendapatkan bobot tetap.

$$\text{Total padatan (\%)} = \frac{B-A}{\text{ml contoh}} \times 100\%$$

Keterangan :

B = Bobot botol timbang + contoh setelah pengeringan

A = Bobot botol timbang kosong

#### Penetapan *Chemical Oxygen Demand* (COD) dengan Refluks Tertutup Secara Spektrofotometri (SNI 06-6989.2 – 2009)

##### Pembuatan Kurva Deret Standar Penetapan COD

Digerus perlahan kalium hidrogen phtalat (KHP), lalu keringkan sampai berat konstan pada suhu 110°C. Larutkan 425 mg KHP ke dalam air bebas organik dan tepatkan sampai 1000 ml. Buat deret standar sesuai dengan kebutuhan dengan konsentrasi yang berbeda. Dipipet masing-masing deret standar 2,5 ml, *digestion solution* 1,5 ml, dan 3,5 ml pereaksi asam sulfat ke dalam *digestion vessel*. Ditutup tabung tersebut dan dikocok kuat perlahan sampai homogen. Diletakkan tabung pada pemanas pada suhu 150°C selama 2 jam. Didinginkan perlahan-lahan contoh uji yang sudah direfluks sampai suhu ruang. Diukur absorbansi standar dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis panjang gelombang 600 nm. Dibuat kurva standar hubungan konsentrasi dan absorbansi standar.

##### Pengukuran Nilai COD

Dipipet limbah 2,5 ml, *digestion solution* 1,5 ml, dan 3,5 ml pereaksi asam sulfat ke dalam *digestion vessel*. Ditutup tabung tersebut dan dikocok kuat perlahan sampai homogen. Diletakkan tabung pada pemanas pada suhu 150°C selama 2 jam. Didinginkan perlahan-lahan contoh uji yang sudah direfluks sampai suhu ruang. Saat pendinginan tutup contoh uji dibuka untuk mencegah adanya tekanan gas. Diukur absorbansi contoh dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS panjang gelombang 600 nm. Dilakukan hal yang sama pada air bebas organik sebagai blanko.

$$\text{COD (mg O}_2\text{/L)} = F_p \times \frac{\text{Abs Contoh}}{\text{Slope}}$$

Keterangan :

F<sub>p</sub> = faktor pengenceran

Abs<sub>contoh</sub> = absorbansi contoh

##### Penetapan Kadar Klorida dengan Metode Argentometri (SNI 06-6989.13-2009)

Dipipet 10 ml contoh diencerkan dalam labu ukur 100 ml hingga tanda tera. Dipipet 10 ml larutan uji ke dalam Erlenmeyer 250 ml dan tambahkan air demin hingga 100 ml. Ditambahkan indikator 1 ml K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>. Dititar dengan larutan AgNO<sub>3</sub> 0,01N hingga titik

akhir yaitu terbentuk warna kuning kemerahan. Dicatat volume larutan AgNO<sub>3</sub> yang dibutuhkan (A ml).

$$\text{Kadar klorida (mg/L)} = \frac{F_p \times A \times N \times 35,5 \times 1000}{V}$$

Keterangan :

F<sub>p</sub> = faktor pengenceran

A = ml penitar AgNO<sub>3</sub>

N = normalitas larutan AgNO<sub>3</sub>

V = volume contoh uji

Penetapan Kadar Besi dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) (SNI 06-6989.4-2009)

Pembuatan kurva deret standar penetapan kadar besi (Fe)

Dipipet 10 ml larutan standar Fe 1000 mg/L ke dalam labu ukur 100 ml. Dibuat deret standar dengan konsentrasi berbeda dan diencerkan di dalam labu ukur 100 ml dengan menggunakan air demin hingga tanda tera. Diukur nilai absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom pada panjang gelombang 248,3 nm.

Pengukuran kadar besi

Dipipet 50 ml contoh ke dalam piala gelas 250 ml. Ditambahkan 5 ml HNO<sub>3</sub> pekat. Dipanaskan hingga sisa volume 15 hingga 20 ml. Disaring dan pindahkan ke dalam labu ukur 100 ml. Diencerkan dengan menggunakan air demin hingga tanda tera. Diperiksa absorbansi contoh dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom pada panjang gelombang 248,3 nm. Dihitung konsentrasi besi dalam contoh.

$$\text{Kadar besi (Fe)} = F_p \times \frac{\text{Abs Contoh}}{\text{Slope}}$$

Keterangan :

F<sub>p</sub> = faktor pengenceran

Abs<sub>contoh</sub> = absorbansi contoh

Analisis Data .

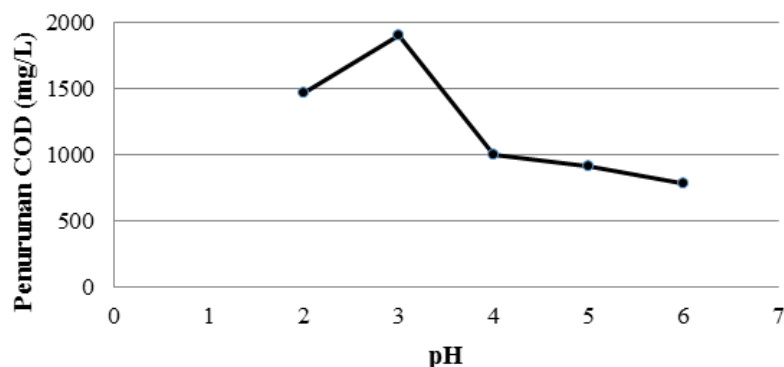
Penentuan konsentrasi optimum penurunan COD yang diperoleh dari penelitian ini dibuat grafik hubungan antara kondisi pH dengan penurunan nilai COD, grafik hubungan waktu pengadukan dengan penurunan nilai COD, dan grafik hubungan antara konsentrasi (pereaksi fenton dan kaporit) dengan penurunan nilai COD. Selain itu dilakukan perbandingan hasil analisis pH, total padatan, COD, dan hasil samping proses terhadap contoh sebelum dan sesudah perlakuan penurunan COD dengan pereaksi fenton dan kaporit.

## Hasil Dan Pembahasan

### Hasil

#### Kondisi Optimum Perekasi Fenton

Kurva hubungan penurunan COD yang terjadi terhadap perubahan nilai pH seperti yang disajikan pada Gambar 1.

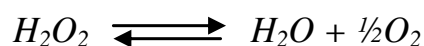


Gambar 1. Kurva hubungan kondisi ph versus penurunan COD

Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan kondisi pH optimum pereaksi fenton menurunkan COD terjadi pada pH 3 yaitu penurunan COD sebesar 1904 mg/L. Pada pH ini pembentukan radikal hidroksil maksimum sehingga dapat menurunkan COD yang tertinggi.

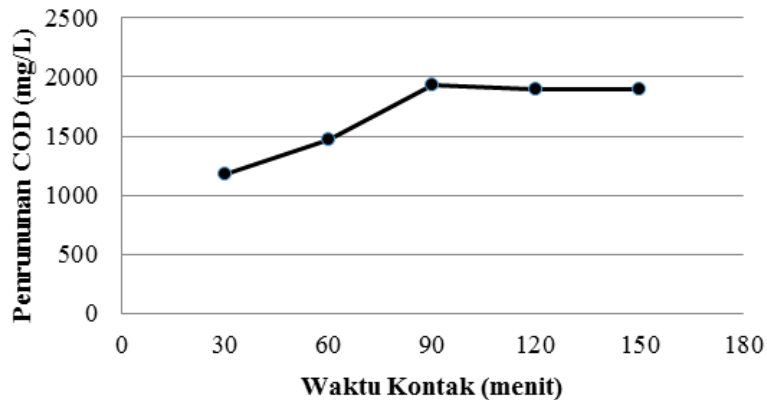


Pada pH di bawah 3 pembentukan radikal hidroksil kurang maksimal karena pH yang terlalu asam sehingga kemungkinan ion besi kurang maksimal mengkatalisis pembentukan radikal hidroksil, sedangkan pada pH di atas 3, penurunan COD lebih rendah karena sebagian ion besi mengendap sehingga sebagian  $H_2O_2$  tidak stabil dan mengurai menjadi oksigen dan air maka kemampuan oksidasinya berkurang (*Industrial Wastewater*, 2007).



Kurva hubungan penurunan COD yang terjadi terhadap waktu kontak seperti yang disajikan pada Gambar 2.

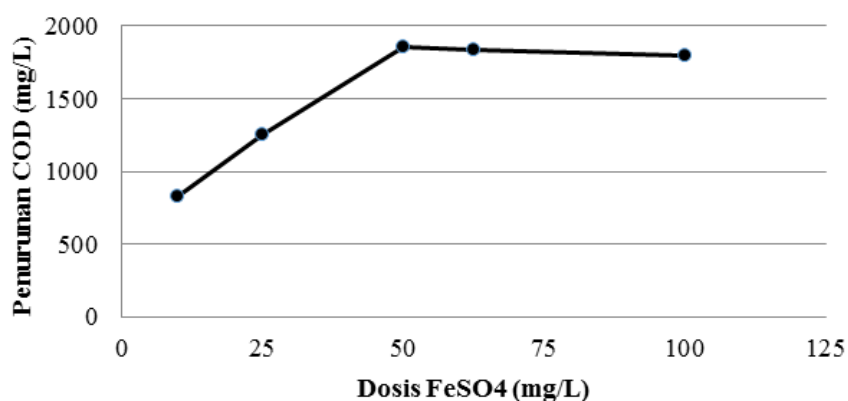




Gambar 2. Kurva hubungan waktu kontak versus penurunan COD

Berdasarkan Gambar 2 dapat diketahui bahwa penurunan COD maksimum sebesar 1935 mg/L dengan waktu kontak optimum 90 menit. Mekanisme kerja suatu radikal bebas terdiri dari tahap inisiasi (reaksi saat ikatan terlemah pada reaktan atau pada salah satu dari reaktan-reaktan putus untuk menghasilkan radikal bebas), tahap propagasi (radikal bebas menyerang reaktan menghasilkan molekul produk dan spesies reaktif yang lain. Radikal bebas yang baru ini bereaksi lebih lanjut dan membentuk lagi radikal bebas yang semula, yang sekali lagi menyerang molekul reaktan. Dengan jalan ini produk dan pembawa rantai terbentuk secara kontinyu), dan tahap terminasi (reaksi yang mengubah radikal bebas menjadi radikal bebas yang stabil dan tidak reaktif sehingga reaksi berakhir) (Purnomo, 1999). Hal ini menunjukkan tahap radikal hidroksil untuk mengoksidasi zat organik membutuhkan waktu yang cukup lama karena kompleksnya zat organik dalam limbah dan mekanisme reaksi yang bertahap. Waktu kontak di bawah 90 menit mengakibatkan terdapat tahap reaksi yang belum sempurna sehingga penurunan COD kurang maksimal.

Kurva hubungan penurunan COD yang terjadi terhadap dosis penambahan  $\text{FeSO}_4$  seperti yang disajikan pada Gambar 3.



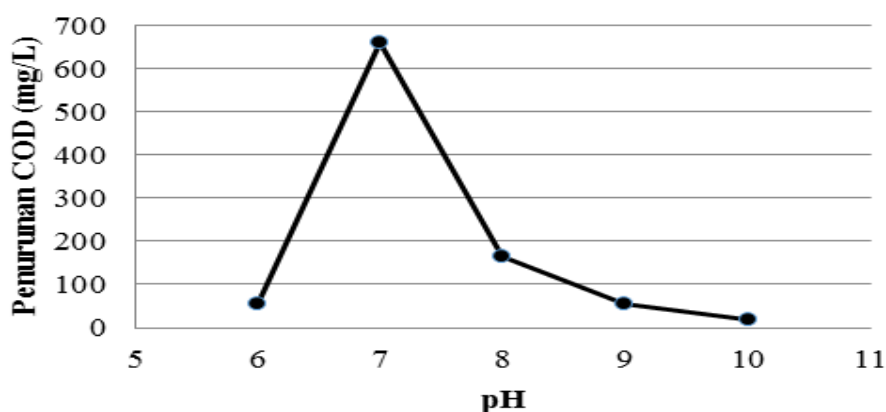
Gambar 3. Kurva hubungan dosis  $\text{FeSO}_4$  versus penurunan COD



pembentukan suatu gugus karbonil akan mengakibatkan dikorbarkannya penstabilan aromatik. Selain itu juga, senyawa fenol memiliki energi resonansi. Energi resonansi ialah energi yang hilang (kestabilan yang diperoleh) dengan adanya delokalisasi penuh elektron-elektron dalam sistem pi. Besaran ini merupakan ukuran tambahan kestabilan sistem aromatik (Fessenden, 1982).

#### Kondisi Optimum Kaporit

Kurva hubungan penurunan COD yang terjadi terhadap variasi kondisi pH seperti yang disajikan pada Gambar 5.



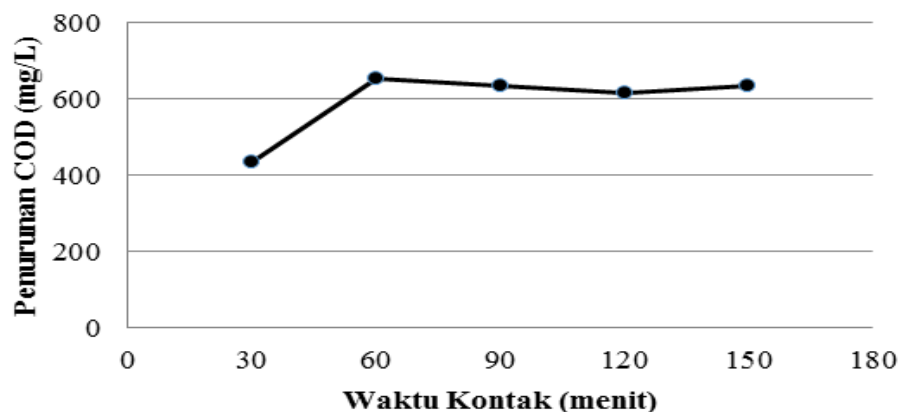
Gambar 5. Kurva hubungan kondisi pH dan penurunan COD

Berdasarkan Gambar 5 dapat diketahui bahwa penurunan COD maksimum sebesar 660 mg/L dengan kondisi pH optimum pada pH 7. Hal ini sesuai dengan reaksi reduksi standar dari ion hipoklorit sebagai berikut :



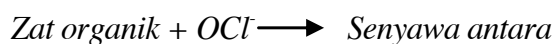
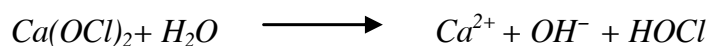
Berdasarkan reaksi tersebut reduksi ion hipoklorit terjadi pada pH netral yang ditandai adanya molekul air ( $H_2O$ ) pada sisi kiri reaksi. Bila pH terlalu basa maka reaksi akan berbalik kembali ke arah kiri sehingga kemampuan oksidasi menjadi kurang maksimal.

Kurva hubungan penurunan COD yang terjadi terhadap variasi waktu kontak seperti yang disajikan pada Gambar 6.



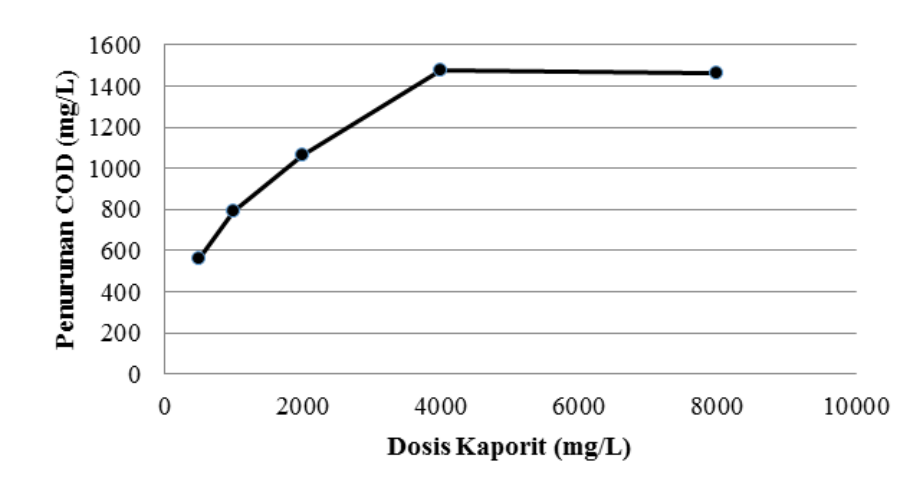
Gambar 6. Kurva hubungan waktu kontak versus penurunan COD

Berdasarkan Gambar 6 dapat diketahui bahwa penurunan COD maksimum sebesar 634 mg/L dengan waktu kontak optimum 60 menit. Waktu kontak ini lebih cepat dibandingkan dengan pereaksi fenton karena reaksi pembentukan ion hipoklorit lebih mudah dan mekanisme ion hipoklorit mengoksidasi zat organik lebih sederhana.



Selama proses oksidasi, ion hipoklorit akan direduksi sampai menjadi ion klorida (Tchobanoglous *et al.* 2003). Waktu kontak di bawah 60 menit menyebabkan reaksi oksidasi belum sempurna sehingga penurunan COD kurang maksimal.

Kurva hubungan penurunan COD yang terjadi terhadap variasi dosis penambahan kaporit seperti yang disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Kurva hubungan dosis kaporit versus penurunan COD

Berdasarkan Gambar 7 dapat diketahui bahwa penurunan COD maksimum sebesar 1479 mg/L dengan dosis penambahan kaporit optimum sebesar 4000 mg/L. Nilai penurunan dengan menggunakan kaporit lebih rendah daripada menggunakan pereaksi fenton karena kekuatan oksidasi ion hipoklorit yang dihasilkan dari kaporit lebih rendah yaitu 1,07 dibandingkan dengan kekuatan radikal hidroksil yaitu 2,06 dengan standar oksidator  $Cl_2$  yaitu 1 (*Industrial Wastewater*, 2007) sehingga lebih banyak terdapat bahan organik yang hanya dioksidasikan menjadi senyawa keton, aldehida, dan alkohol. Senyawa-senyawa tersebut masih menghasilkan nilai COD saat penetapan nilai COD (Fessenden, 1982).

#### Perbandingan Hasil Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Tabel 1. Perbandingan hasil sebelum dan sesudah perlakuan

No	Parameter Uji	Sebelum Perlakuan	Setelah dengan Pereaksi Fenton	Setelah dengan Kaporit
1	Ph	10,13	7,20	8,05
2	Total padatan (%)	1,62	1,80	1,51
3	COD (mg/L)	8979	4812	7422
4	Kadar besi (mg/L)	ND	6,909	-
5	Kadar klorida (mg/L)	173	-	1885

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat hasil samping berupa besi tidak terlalu banyak setelah perlakuan dengan pereaksi fenton yaitu sebesar 6,909 mg/L karena ion ferri hasil reaksi pereaksi fenton dapat bersifat sebagai koagulan sehingga mengendap dan terpisah saat penyaringan dan dapat mengurangi hasil samping ion besi.



Hasil samping berupa ion klorida setelah perlakuan dengan kaporit sangat tinggi yaitu terjadi kenaikan sebesar 1712 mg/L. Hal ini menunjukkan perlu ada perlakuan tambahan untuk mengurangi jumlah ion klorida pada hasil akhir limbah.

Perubahan yang sangat signifikan terjadi pada penurunan COD menggunakan pereaksi fenton yaitu 4812 mg/L (46,41%), sedangkan dengan menggunakan kaporit sebesar 7421 mg/L (17,34%). Hal ini menunjukkan pereaksi fenton daya oksidasinya lebih baik daripada kaporit.

## **Kesimpulan dan Saran**

### *Kesimpulan*

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa;

1. Kondisi optimum pereaksi fenton untuk menurunkan COD limbah larutan penyapu jenuh yaitu pada pH 3, waktu pengadukan 90 menit, konsentrasi katalis  $FeSO_4$  1:10 dengan  $H_2O_2$ , dan dosis  $H_2O_2$  2000 mg/L dapat menurunkan COD sebesar 46,41%.
2. Kondisi optimum kaporit untuk menurunkan COD di dalam limbah larutan penyapu jenuh yaitu pada pH 7, waktu pengadukan 60 menit, dan dosis kaporit 4000 mg/L dapat menurunkan COD sebesar 17,34%.
3. Pereaksi fenton lebih efektif untuk menurunkan COD limbah larutan penyapu jenuh daripada kaporit.

### *Saran*

Berdasarkan hasil penelitian untuk menurunkan COD lebih lanjut diperlukan adanya perlakuan tambahan seperti dengan metoda flokulasi atau perlu dicari metode lain seperti pengolahan secara anaerob menggunakan bakteri (lumpur aktif).

## **Daftar Pustaka**

- SNI. 2009. Air dan Air Limbah – 06.6989 Bagian 2: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimia (Chemical Oxygen Demand / COD) dengan Refluks Tertutup Secara Spektrofotometri. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI. 2009. Air dan Air Limbah – 06.6989 Bagian 4: Cara Uji Besi (Fe) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI. 2004. Air dan Air Limbah – 06.6989 Bagian 11: Cara Uji Derajat Keasaman (pH) dengan menggunakan pHmeter. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI. 2009. Air dan Air Limbah – 06.6989 Bagian 14: Cara Uji Klorida ( $Cl^-$ ) dengan Metode Argentometri. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI. 2005. Air dan Air Limbah – 06.689 Bagian 26: Cara Uji Kadar Padatan Total Secara Gravimetri. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Djidas, L. P. and N. Thomas H. D. 1988. Sheetfed Offset Press Operating. Graphic Art Technical Foundation. Pittsburgh.

- Eldred, Dr. N. R. 2001. What The Printer Should Know About Ink. Graphic Art Technical Foundation. Pittsburgh.
- Industrial Wastewater. 2007. <http://h2o2.com/industrial/fentons-reagent.aspx?pid=143&name=General-Chemistry-of-Fenton-s-Reagent>
- Mulyani, R. 2008. Peningkatan Kualitas Proses Pengolahan Larutan Pembersih Daur Ulang dengan Metode Design of Experiment (Studi Kasus PT. XY). Depok.
- Purnomo, E. 1999. Penghilangan Warna Limbah Proses Pencelupan Pabrik Tekstil dengan Menggunakan Metode Oksidasi Fenton. Depok.
- Tchobanoglous, G, Franklin L. B., and H. David S. 2003. Waste Water Engineering Treatment and Reuse. Mc. Graw Hill Companies, Inc. New York.
- Wiratno, E. 2009. Analisa Kelayakan Investasi Pembuatan Sulfonated Castor Oil di Perum Peruri. Karawang.