

# PENGOLAHAN LIMBAH CAIR DAN LIMBAH BETALAKTAM PT. PHAPROS, Tbk SEMARANG

Sri Sumiyati<sup>\*)</sup>, Fitri Prabarani<sup>\*\*)</sup>

## ABSTRACT

*Pharmaceutical industries have specific waste product than the others, and the different treatment should be done. PT. PHAPROS, Tbk pharmaceutical industry in Semarang has two waste product treatment facilities. Betalactam waste product must be handling by special treatment, and separate from the other waste product. Firstly, special treatment for betalactam is hidrolysing the waste product by adding NaOH until pH 11,5-12 for 4 hours to breaking the betalactam cean. This product than go and joint with general waste product treatment. The treatment of general waste product consist of primary sedimentation, equalitation, rapid mix and slow mix, sedimentation I, aeration, sedimentation II, and filtration.*

**Key words:** *Pharmaceutical industry, wastewater, treatment plant, betalactam*

## PENDAHULUAN

Setiap perusahaan memiliki cara tersendiri dalam menangani buangan hasil produksinya tetapi memiliki tujuan yang sama yaitu agar buangan yang dikeluarkan memenuhi baku mutu yang telah disyaratkan. Penanganan buangan produksi menjadi suatu keharusan agar tercipta lingkungan yang bersih dan sehat.

PT. PHAPROS, Tbk Semarang sebagai suatu industri farmasi mempunyai karakteristik air limbah yang berbeda dengan jenis industri lain, sehingga membutuhkan penanganan yang berbeda. PT. PHAPROS, Tbk Semarang mempunyai dua fasilitas instalasi pengolahan air limbah yaitu Unit Pengolahan Limbah Betalaktam dan Unit Pengolahan Limbah Umum. Unit Pengolahan Limbah Betalaktam khusus untuk mengolah limbah produksi betalaktam dan Unit Pengolahan Limbah Umum ditujukan untuk mengolah seluruh limbah yang terkumpul di bak equalisasi, baik limbah produksi maupun non produksi.

Air limbah yang dibuang dari suatu industri akan menyebabkan menurunnya kualitas lingkungan dan menimbulkan dampak negatif terhadap kualitas air apabila dibuang langsung tanpa diolah terlebih dahulu. Limbah cair yang tidak dikelola akan mengandung mikroorganisme yang patogenik serta zat-zat yang berpotensi sebagai penyebab penyakit. Keberadaan nutrien berlebih yang dikandung oleh air limbah dapat menyebabkan timbulnya tumbuhan air yang mungkin mengandung zat-zat yang bersifat

racun bagi tubuh. Berdasarkan pertimbangan tersebut, pengelolaan air limbah, yang dimulai dari pengurangan dari sumbernya, pengolahan, hingga pembuangan dirasakan sangat penting. Hal ini sangat penting, terlebih lagi untuk limbah cair yang dihasilkan dari proses industri (Tchobanoglous, 1991).

Untuk mengetahui lebih luas tentang air limbah, maka perlu kiranya diketahui juga secara detail mengenai kandungan yang ada di dalam air limbah juga karakteristiknya. Setelah diadakan analisis ternyata air limbah karakteristik yang dapat dibedakan menjadi tiga bagian besar diantaranya (Sundstrom, 1979) :

- Karakteristik fisik
- Karakteristik kimia
- Karakteristik biologis

Limbah cair yang dihasilkan dan dibuang oleh industri farmasi sangat beragam dan sangat tergantung pada kapasitas pabrik, jenis produk, dan prosesnya, serta bahan baku dan bahan penolong yang digunakan. Selain itu perbandingan akhir terhadap bahan baku, pelarut, dan bahan pemroses lainnya biasanya sangat rendah.

Baku mutu limbah cair untuk industri farmasi berdasarkan Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah nomor 10 tahun 2004 tentang baku mutu air limbah industri farmasi dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1 Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. Kep-51/MENLH/ 10/ 1995 tentang Baku Mutu limbah Cair bagi Kegiatan Industri

No.	Parameter	Kep-51/MenLH/10/1995 Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri
<b>I. Fisika</b>		
1	Temperatur	38 C
2	Zat Padat Tersuspensi	75 ppm
<b>II. Kimia</b>		
1	pH	6-9.
2	BOD	75 ppm
3	COD	150 ppm

Tabel 2 Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah Industri Farmasi

Parameter	Bahan Formula Kadar maksimum (mg/l)	Formulasi Kadar maksimum (mg/l)
BOD <sub>5</sub>	100	75
COD	300	150
TSS	100	75
Total - N	30	-
Fenol	1	-
pH	6,0 - 9,0	6,0 - 9,0

#### Unit Pengolahan Limbah Cair

Adapun tujuan dari pengolahan air limbah adalah:

1. Untuk mencegah kontaminasi suplai air dari agen fisik, agen kimia, dan agen biologi yang tidak diinginkan.
2. Untuk mencegah perusakan atau pembunuhan kehidupan ikan, kerang dan organisme air lainnya.
3. Untuk mencegah perusakan badan air yang digunakan untuk berbagai kegiatan lainnya seperti untuk rekreasi dan pertanian.
4. Untuk mencegah rusaknya keindahan (estetika) karena bau busuk.

(Qasim, 1987)

#### 1. Ekualisasi

Ekualisasi bertujuan untuk meminimalkan atau mengontrol fluktuasi air limbah dalam rangka untuk mendapatkan kondisi yang optimum untuk terjadinya pengolahan (Eckenfelder, 2000). Keuntungan pemakaian Ekualisasi adalah sebagai berikut:

1. Memberikan aliran air limbah yang konstan.

2. Pengolahan biologi dapat dinaikkan karena *shock loading* dapat diminimalkan.

3. Homogenisasi air limbah.

4. Dapat membantu meningkatkan *removal* dari *suspended solid*.

(Reynold, 1982)

#### 2. Aerasi

Aerasi digunakan untuk menambahkan oksigen ke air untuk mengubah zat yang tidak diinginkan dalam air menjadi bentuk yang lebih mudah dikendalikan (Peavy, 1985). Aerasi memiliki 2 fungsi utama yaitu pencampuran dan transfer oksigen (Perry, 1984).

#### 3. Mixing

Mixing berfungsi untuk mencampur satu bahan dengan bahan lainnya misalnya saja mencampur bahan kimia dengan air.

#### 4. Koagulasi dan Flokulasi

Proses koagulasi dan flokulasi bertujuan untuk menghilangkan kekeruhan dan warna pada pengolahan air bersih. Proses ini dilakukan dengan penambahan reagen kimia/koagulan untuk membentuk sebuah flok. Adanya koagulan untuk mengikat dan menggabungkan partikel-partikel tersuspensi dan partikel-partikel koloid yang tidak dapat mengendap atau lama pengendapannya, sehingga dapat terbentuk flok-flok dengan cepat agar mudah diendapkan.

Flokulasi dilakukan setelah proses koagulasi. Flokulator berjalan dengan kecepatan lambat dengan maksud terjadi pembentukan flok. Kecepatan air dalam bak pengaduk dijaga pada harga 15-30 cm/dt, agar tidak terjadi pengendapan maupun kerusakan flok yang telah terbentuk. Menurut John Wiley dan Sons flokulasi bertujuan untuk mendukung proses tumbukan partikel-partikel kecil sehingga akan diperoleh partikel yang lebih besar yang memiliki kemampuan untuk mengendap.

Pada proses koagulasi, gugus koagulan yang terbentuk akan diserap keseluruhan permukaan partikel koloid dengan cepat. Karena jenis muatan yang berbeda, maka akan terjadi tarik menarik elektrostatis diantara keduanya, dengan demikian akan terjadi penetralan muatan partikel koloid. Untuk mempermudah terjadinya penggabungan partikel-partikel yang telah mengalami destabilisasi, maka kontak antar partikel dibantu dengan pengadukan.

## 5. Sedimentasi

Sedimentasi adalah pemisahan partikel yang ada didalam air secara gravitasi (Darmasetiawan, 2001). Sedimentasi digunakan untuk memisahkan suspended solids dari limbah cair (Eckenfelder, 1926).

Bak pengendapan secara skematis dibagi menjadi 3 bagian:

### 1. Daerah Pemasukan

Pada jenis ini air limbah diharapkan dapat disebarakan secara merata sehingga pada setiap titik konsentrasi campuran dan besarnya sama (Sugiharto, 1987).

### 2. Daerah Pengendapan

Pada daerah ini diharapkan partikel mengendap dengan kecepatan sama. Aliran pada daerah ini dibuat secara horizontal bergerak dengan arah dan kecepatan yang sama konstan pada setiap titik. Sehingga partikel akan memungkinkan bergerak secara horizontal dengan arah ke bawah oleh gaya gravitasi (Sugiharto, 1987). Uniformitas dan turbulensi aliran pada bidang pengendap sangat berpengaruh. Oleh sebab itu perhitungan bilangan froud yang menggambarkan tingkat uniformitas aliran dan turbulensi aliran yang digambarkan oleh bilangan Reynold. Kriteria desain bak pengendap berdasarkan kedua bilangan tersebut adalah (Darmasetiawan, 2001): Bilangan Fraude,  $Fr > 10^{-5}$  dan Bilangan Reynold,  $Re < 500$ .

### 3. Daerah Pengeluaran

Zona outlet harus dirancang sedemikian rupa sehingga air yang keluar dari bak pengendap dapat ditampung secara merata. Diharapkan setelah pengendapan, air hanya mengandung flok-flok kecil yang belum mengendap (Darmasetiawan, 2001).

## 6. Filtrasi

Penyaringan adalah pengurangan lumpur tercampur dan partikel koloid dari air limbah dengan melewati pada media yang porous. Kedalaman penyaringan menentukan derajat kebersihan air yang disaringnya pada pengolahan air untuk minum. Terdapat 2 macam penyaringan yang ada yaitu saringan pasir lambat dan saringan pasir cepat (Sugiharto, 1987).

## 7. Pengolahan Fakultatif

Kolam Fakultatif merupakan kolam dengan kealaman 1-3 meter. Pada kolam

ini kedalaman air terbagi menjadi tiga zona, yaitu zona aerobik di bagian atas, zona fakultatif di bagian tengah, dan zona anaerobik di bagian atas dasar kolam. Proses yang terjadi dalam hal penurunan BOD atau organik COD adalah adanya aktivitas reaksi simbiosis antara alga dan bakteri. Menurut Duncan Mara, 1978 (dalam Soni Hendriaki), waktu tinggal untuk kolam fakultatif adalah 11 hari.

## Pemecahan Cincin Betalaktam

Beberapa cara pemecahan cincin betalaktam pada *penicillin* dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut (*Encyclopedia of Chemical Technology*, 1952):

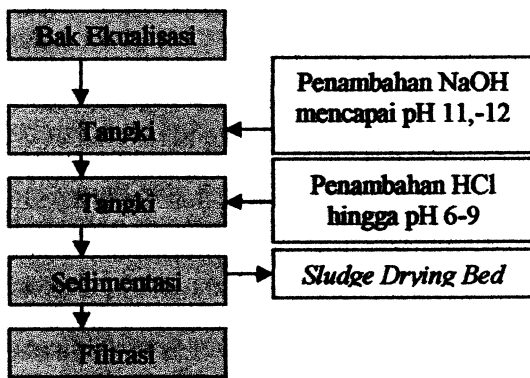
1. Hidrolisa dengan menaikkan pH sampai 10-12
2. Hidrolisa dengan penambahan asam
3. Hidrolisa dengan penambahan *mercuri chloride*

## ANALISA DAN PEMBAHASAN

### Unit Pengolahan Limbah Betalaktam

Inlet unit pengolahan limbah betalaktam berasal dari sanitasi peralatan produksi dan gedung, *water scrubber dust collector*, *laundry* pakaian dan limbah padat betalaktam baik produk akhir, sisa proses dan bahan baku akhir. Limbah betalaktam yang berasal dari sisa-sisa selama proses produksi berupa debu-debu dikumpulkan dengan penyedot debu menggunakan *dust collector*. Debu-debu dari *dust collector* tersebut dialirkan dalam suatu bak penampung. Debu yang ukurannya relatif besar akan mengendap dan yang ukurannya relatif kecil akan dialirkan dalam penampung dan disemprot dengan air. Air bekas semprotan ini merupakan limbah cair yang kemudian ditampung dalam bak penampung *dust collector*. Dari bak penampung *dust collector*, air limbah akan dialirkan menuju bak penampung limbah produksi betalaktam.

Urutan proses pengolahan limbah cair pada Unit Pengolahan Limbah Beta Laktam PT. PHAPROS, Tbk Semarang dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Unit Pengolahan Limbah Cair Betalaktam

Pengolahan limbah betalaktam ditangani secara khusus dan dipisahkan dari limbah-limbah non betalaktam. Prinsip utama pengolahan limbah betalaktam adalah pemecahan cincin betalaktam yaitu pada tangki hidrolisa dengan cara melakukan hidrolisa pada pH 11,5-12 dengan *penicillin* sebagai parameter antibiotiknya, dan hidrolisa dilakukan dengan penambahan NaOH. Alasan PT. PHAPROS, Tbk Semarang menggunakan hidrolisa pada pH 11,5-12 adalah lebih aman bagi peralatan unit pengolahan dan lingkungannya. Jika hidrolisa dengan asam dikhawatirkan dapat merusak peralatan unit pengolahan, dan jika hidrolisa dengan *mercuri chloride* dikhawatirkan *mercurynya* tidak ramah atau tidak aman terhadap lingkungan.

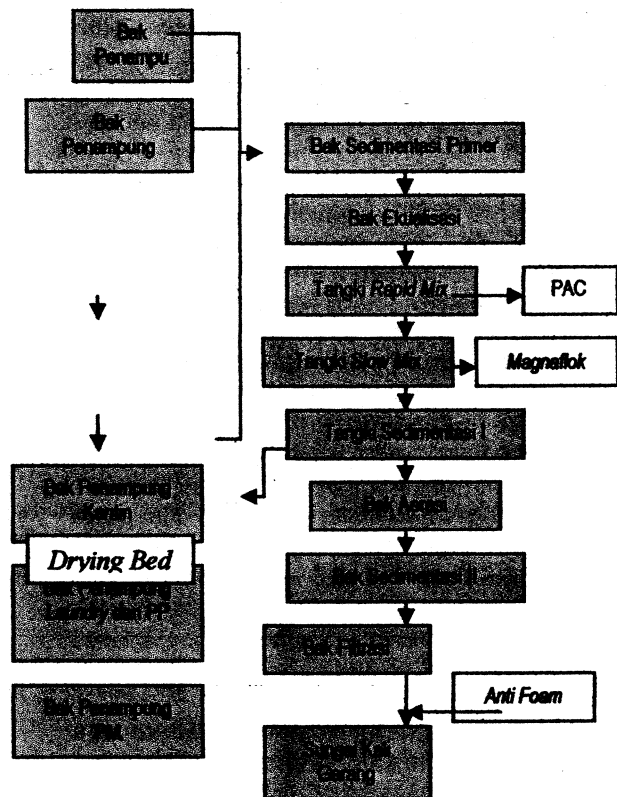
Hasil olahan dari tangki hidrolisa dialirkan ke tangki netralisasi untuk menetralkan basa sesudah proses hidrolisa dengan NaOH dengan melakukan proses netralisasi dengan HCl sehingga nilai pH yang dihasilkan adalah sesuai ketentuan pH normal yaitu 6-9. Kemudian melakukan pengendapan lumpur yang berasal dari zat kimia dari hasil proses hidrolisa dan netralisasi, serta dari produk akhir yang berupa *powder* yang dilakukan pada bak sedimentasi. Untuk mengadsorpsi zat organik dan cincin betalaktam yang mungkin masih ada pada air limbah, serta untuk menghilangkan kemungkinan terdapatnya kandungan logam berat, pada unit pengolahan limbah betalaktam dilengkapi bak filtrasi.

Hasil olahan dari Unit Pengolahan Limbah Betalaktam kemudian diukur dengan HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*)

### Unit Pengolahan Limbah Umum (UPL II)

Pada unit pengolahan limbah umum, air limbah yang diolah adalah air buangan dari semua kegiatan yang ada di PT. PHAPROS, Tbk Semarang, yaitu mulai dari air buangan kegiatan produksi, kegiatan non produksi, *laundry*, kantin, dan kegiatan di laboratorium Pemastian Mutu (PM) dan Pengendalian Produk (PP). Sebelum air buangan dari berbagai sumber tersebut masuk ke dalam bak penampung di unit pengolahan limbah umum, air buangan tersebut sebelumnya telah ditampung terlebih dahulu di bak penampung yang ditempatkan pada tiap sumber buangan. Bak penampung tidak hanya berfungsi sebagai penampung saja, namun juga merupakan pengolahan awal dari air limbah yaitu sebagai pengolahan fakultatif.

Urutan proses pengolahan limbah cair pada Unit Pengolahan Limbah Umum PT. PHAPROS, Tbk Semarang dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Diagram Alir Unit Pengolahan Limbah Cair Umum

Bak penampung berfungsi untuk mengendapkan lumpur dari air limbah dari tiap sumber agar mengurangi produksi

lumpur atau mengurangi kekeruhan pada unit pengolahan limbah umum, selain itu juga bermaksud menggunakan bak penampung sebagai pengolahan secara biologi yaitu pengolahan fakultatif, sehingga dapat mengurangi kadar BOD pada air limbah.

Tabel 3 Karakteristik Bak PM dan Bak Produksi dibandingkan dengan Bak Sedimentasi Primer

Parameter	Bak PM	Bak Produksi	Bak Sedimentasi
TSS (ppm)	100	92	90
BOD <sub>5</sub> (ppm)	398,8	310,9	120,6
COD (ppm)	889,6	427,1	284,1

Berdasarkan tabel 3 maka perlakuan pengolahan pertama kali pada limbah cair PT. PHAPROS, Tbk Semarang dengan menyediakan bak penampung untuk mengendapkan lumpur dari air limbah dari tiap sumber agar mengurangi produksi lumpur atau mengurangi kekeruhan pada unit pengolahan limbah umum dan mengurangi kadar BOD dan COD pada air limbah sangat tepat dan berjalan dengan baik.

Bak sedimentasi primer mempunyai fungsi sebagai tempat menampung air limbah dari bak pengumpul limbah yang debit dan kualitasnya berfluktuasi dan untuk pengendapan partikel-partikel yang berukuran besar sehingga mengurangi produksi lumpur pada unit-unit pengolahan selanjutnya.

Bak ekualisasi bertujuan untuk menampung dan homogenasi limbah sebelum masuk ke unit pengolahan selanjutnya. Pada bak ekualisasi dilengkapi dengan aerasi dan beroperasi selama 22 jam sehingga dapat mengurangi dan mencegah timbulnya bau pada air limbah yang diakibatkan berhentinya proses pengolahan limbah yang hanya berjalan selama 18 jam.

Pada tangki *Rapid Mix* terjadi proses koagulasi sedangkan pada tangki *Slow Mix* terjadi proses flokulasi. Proses koagulasi dan flokulasi bertujuan untuk menghilangkan kekeruhan dan warna pada pengolahan air bersih. Proses ini dilakukan dengan penambahan reagen kimia/koagulan untuk membentuk sebuah flok.

Pada tangki *Rapid Mix* koagulan yang digunakan adalah serbuk PAC (*Poly Aluminium Chloride*), PAC yang digunakan adalah 2-4 kg/hari, dan pembuatan larutan PAC dengan melarutkan 2 kg PAC ke dalam drum pengencer yang berukuran 200 liter. Debit yang dipompa ke dalam tangki *Rapid Mix* sebesar 3 l/detik dan dosis 2 ml/l dengan penambahan koagulan selama 18 jam sehari.

Pada tangki *Slow Mix* di Unit Pengolahan Limbah Umum PT. PHAP flokulan yang digunakan adalah larutan magnaflok yang mempunyai komponen sama dengan larutan flokulan diaflok yaitu *cationic polyacrylate*, yaitu berfungsi untuk memperbesar ukuran flok. Ukuran flok diperbesar agar pada saat sedimentasi flok lebih cepat dan mudah mengendap. Pada tangki *Slow Mix* magnaflok yang digunakan adalah 100-300 g/hari, dan pembuatan larutan magnaflok dengan mengencerkan 2 kg cairan magnaflok ke dalam drum pengencer yang berukuran 200 liter sehingga konsentrasinya 0,54 ppm. Debit yang dipompa ke dalam tangki *Slow Mix* sebesar 3 l/detik dan dosis 4 ml/l dengan penambahan flokulan selama 18 jam sehari.

Tabel 4 Karakteristik Tangki Sedimentasi I Dibandingkan dengan Baku Mutu Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah nomor 10 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Limbah Industri Farmasi

Parameter	Tangki sedimentasi I	PP Jawa Tengah No 10/2004
TSS	56	75
BOD <sub>5</sub>	138,9	75
COD	207,1	150

Pada tangki sedimentasi I menunjukkan parameter TSS telah memenuhi baku mutu sesuai dengan Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah nomor 10 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Limbah Industri Farmasi sehingga berdasarkan kondisi dilapangan pengolahan pada tangki sedimentasi I telah efisien untuk penurunan kadar TSS, namun masih perlu pengolahan lebih lanjut untuk penurunan kadar BOD dan COD.

Bak aerasi berfungsi untuk meningkatkan kandungan oksigen dalam air buangan yang merupakan pengolahan secara biologi dengan proses *lagoon*.

Umumnya lagoon yang digunakan untuk air limbah adalah tipe fakultatif.

Pada bak aerasi menggunakan aerator dengan jenis surface aerator yang berjumlah satu buah dan beroperasi selama 24 jam. Berdasarkan nilai BOD yang terdapat pada angki Sedimentasi I, aerator permukaan ini memenuhi kebutuhan oksigen untuk air limbah pada bak aerasi Unit Pengolahan Limbah Umum PT. PHAPROS, Tbk Semarang karena aerator yang digunakan mempunyai kekuatan 7,5 HP dengan kemampuan suplai oksigen sebesar 2,1 kgO<sub>2</sub>/kw/jam, sedangkan berdasarkan perhitungan hanya membutuhkan suplai oksigen sebesar 0,87 kg O<sub>2</sub>. Menurut Tchobanoglous, 1991 oksigen terlarut didalam air limbah harus dijaga minimal 2 mg/l, dengan kemampuan suplai oksigen sebesar 2,1 kgO<sub>2</sub>/kw/jam dan volume bak aerasi 62,5 m<sup>3</sup>, maka oksigen yang terlarut adalah 3,36 mg/l.

Tabel 5 Karakteristik Bak Sedimentasi II Dibandingkan dengan Baku Mutu Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah nomor 10 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Limbah Industri Farnasi

Parameter	T. sedimentasi II	PP Jawa Tengah No 10/2004
TSS	36	75
BOD5	60,90	75
COD	133,5	150

Pada bak sedimentasi II menunjukan parameter TSS, BOD, dan COD telah memenuhi baku mutu sesuai dengan Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah nomor 10 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Limbah Industri Farnasi sehingga pengolahan pada tangki sedimentasi II telah efisien untuk penurunan kadar TSS, BOD, dan COD.

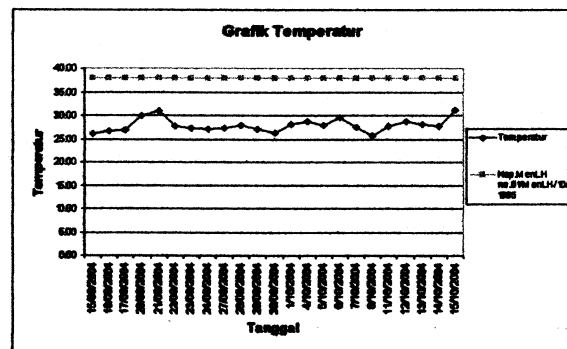
Pelakuan *Antifoam* pada bak filtrasi dimaksudkan untuk menghilangkan busa yang dibentuk oleh surfaktan. Berdasarkan Tchobanoglous, 2003 surfaktan mempunyai struktur ROCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>, R ini akan berikatan dengan antifoam sehingga kadar busa air limbah dapat berkurang. Antifoam yang digunakan adalah 250-500 ml/hari, dan pembuatan larutan antifoam dengan melarutkan 250 ml antifoam ke dalam drum pengencer yang berukuran 200 liter. Dosis *antifoam* yang digunakan adalah 5 ml/detik dengan penambahan koagulan selama 18

jam sehari. Berdasarkan survey di lapangan pemberian *antifoam* sebelum effluent keluar menuju badan air cukup efektif karena mampu mengurangi busa yang terdapat pada effluent.

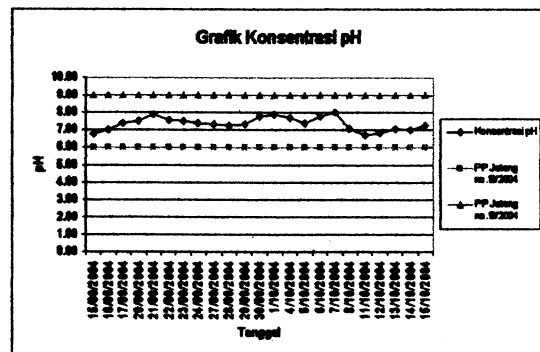
**Hasil Analisa Pengolahan Limbah Cair PT. PHAPROS, Tbk Semarang**

Tabel 6 Kandungan Cincin Betalaktam pada Outlet UPL Umum pada Bulan Januari sampai dengan September 2004 berdasarkan Neraca HPLC

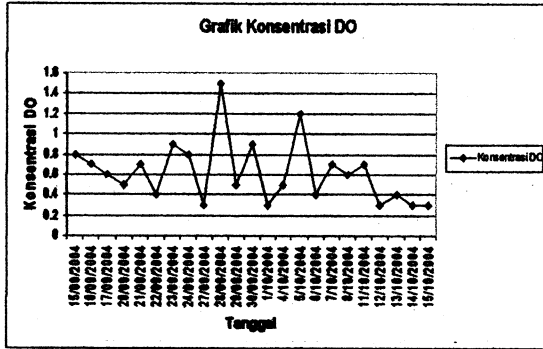
Tanggal	Output IPAL II Kadar (ppm)
13/1/2004	99,278
10/2/2004	29,133
11/3/2004	0
14/4/2004	0
24/5/2004	0
17/6/2004	0
13/7/2004	0
18/8/2004	0



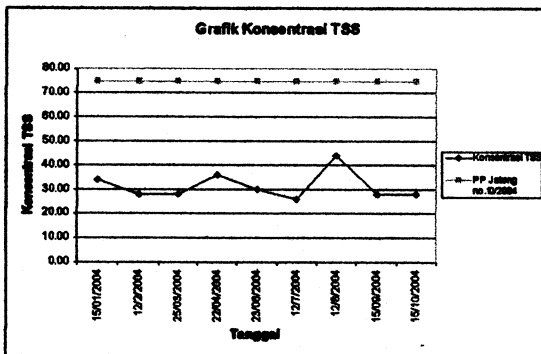
Gambar 3 Grafik Temperatur dari Outlet



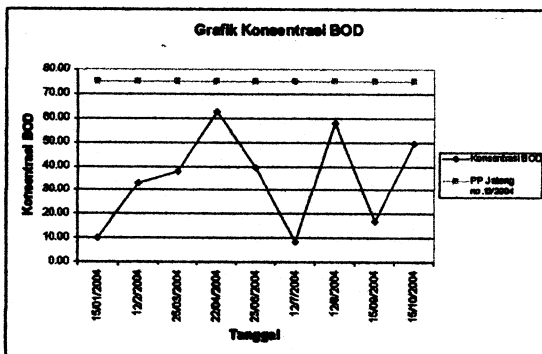
Gambar 4 Grafik pH dari Outlet



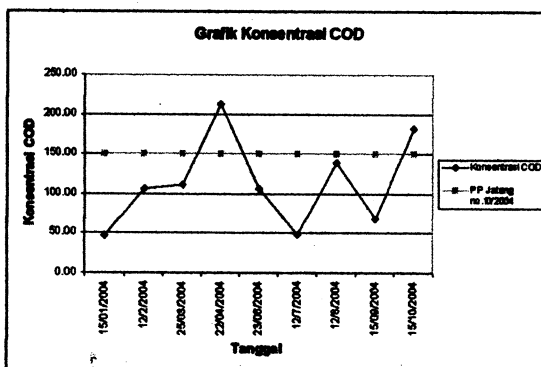
Gambar 5 Grafik Konsentrasi DO dari Outlet



Gambar 6 Grafik Konsentrasi TSS dari Outlet



Gambar 7 Grafik Konsentrasi BOD dari Outlet



Gambar 8. Grafik Konsentrasi COD dari Outlet

Perbandingan karakteristik limbah cair pada posisi outlet dengan standar baku mutu yang dipergunakan yaitu Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. Kep-51/MENLH/ 10/ 1995 tentang Baku Mutu limbah Cair bagi Kegiatan Industri dan berdasarkan Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah nomor 10 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Limbah Industri Farmasi yang tersaji dalam bentuk grafik pada Gambar 4.3., 4.4., 4.5., 4.6., 4.7., 4.8., menunjukkan bahwa Pengolahan Limbah Cair PT. PHAPROS, Tbk Semarang pada parameter temperature, pH, DO, BOD, TSS telah pada rentang yang diperbolehkan. Namun pada kandungan COD air limbah PT. PHAPROS, Tbk Semarang pada posisi outlet pada bulan April dan September belum memenuhi standar yang berlaku. Berdasarkan wawancara dan survey di lapangan pada bulan April dan September terjadi kerusakan pada motor pengaduk tangki *rapid mix*. Pada tangki *rapid mix* ini terjadi pengolahan kimia yaitu koagulasi dengan penambahan koagulan PAC, dengan rusaknya motor pengaduk maka proses pengolahan koagulasi tidak berjalan seperti semestinya sehingga mengakibatkan konsentrasi COD masih tinggi. Dengan kejadian seperti ini maka hal yang perlu dilakukan adalah dengan melakukan pengecekan dan perawatan rutin pada peralatan unit pengolahan agar tidak terjadi kerusakan pada peralatan unit pengolahan sehingga proses pengolahan limbah cair dapat berjalan dengan lancar.

Dari hasil pengukuran neraca HPLC yang disajikan pada Tabel 5.4. diketahui bahwa pada air buangan yang keluar dari outlet unit pengolahan limbah cair PT. PHAPROS, Tbk Semarang selama bulan Maret sampai September tidak terdapat kandungan cincin betalaktam, sehingga effluent dari unit pengolahan limbah cair PT. PHAPROS, Tbk Semarang pada bulan tersebut sudah terbebas dari kandungan cincin betalaktam sehingga aman jika dibuang ke badan air. Pada bulan Januari dan Februari masih terdapat kandungan cincin betalaktam, berdasarkan wawancara dilapangan pada saat pengambilan sampel kondisi lapangan sedang hujan, sehingga pengukuran kandungan cincin betalaktam tidak akurat sehingga dilakukan sampel ulang, namun tidak terdapat data tentang pengulangan sampel tersebut. Kemungkinan masih terdapatnya kandungan cincin betalaktam pada outlet



juga diakibatkan karena pada bulan tersebut belum terdapat saluran menuju bak penampung *dust collector* yang seharusnya terletak pada bagian bawah *dust collector*, sehingga pada saat *dust collector* dibersihkan air bilasannya langsung masuk melalui saluran terbuka. Air bilasan yang mengandung cincin betalaktam ini langsung tersalurkan menuju bak penampung produksi tanpa pengolahan terlebih dahulu di unit pengolahan limbah betalaktam dan langsung diolah di unit pengolahan limbah umum, sehingga mengakibatkan masih terdapatnya kandungan cincin betalaktam pada bulan Januari dan Februari. Namun pihak PT. PHAPROS, Tbk Semarang telah mengatasi keadaan ini dengan membuat saluran dibagian bawah *dust collector* sehingga air bilasannya terolah dahulu di unit pengolahan limbah betalaktam.

## KESIMPULAN

1. Limbah yang dihasilkan oleh PT. PHAPROS, Tbk Semarang adalah limbah produksi yang terdiri dari limbah beta laktam dan non beta laktam, serta limbah non produksi yang berupa limbah domestik.
2. PT. PHAPROS, Tbk Semarang terdapat 2 unit pengolahan limbah yaitu, Unit Pengolahan Limbah Beta Laktam terdiri atas 2 jenis unit pengolahan yaitu unit pengolahan fisik (meliputi unit ekualisasi, sedimentasi, filtrasi), dan unit pengolahan kimia (meliputi unit hidrolisa, dan unit netralisasi) yang khusus untuk mengolah limbah dari proses produksi beta laktam, dan Unit Pengolahan Limbah Umum terdiri atas 3 jenis unit pengolahan yaitu unit pengolahan fisik (meliputi unit sedimentasi primer, unit ekualisasi, unit sedimentasi I, unit sedimentasi II, unit filtrasi), unit pengolahan kimia (unit rapid mix dan slow mix), dan unit pengolahan biologi (bak sedimentasi primer (pengolahan fakultatif), unit aerasi).
3. Pengukuran debit hanya dilakukan pada outlet Unit pengolahan Limbah Umum, sehingga tidak dapat diketahui efisiensi pengolahan limbah.
4. Air buangan yang keluar dari outlet unit pengolahan limbah cair PT. PHAPROS, Tbk Semarang selama bulan Januari sampai September tidak terdapat kandungan cincin betalaktam.
5. Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. Kep-51/MENLH/ 10/ 1995 tentang Baku Mutu limbah Cair bagi Kegiatan Industri dan Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah nomor 10 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Limbah Industri Farnasi didapatkan bahwa untuk karakteristik air limbah pada outlet Unit pengolahan Umum dengan parameter temperatur, pH, TSS, dan BOD telah berada dalam standar yang diperbolehkan, namun pada karakteristik COD masih ada yang di luar standar karena terdapat kerusakan pada peralatan unit pengolahan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Damasetiawan, Martin. 2001. *"Teori dan Perencanaan Instalasi Pengolahan Air"*. Bandung: Yayasan Suryono.
- Eckenfelder, Wesley. Jr. 2000. *"Industrial Water Pollution Control"*. 3<sup>rd</sup> ed. Singapore : McGraw-Hill Book Co.
- Metcalf and Eddy. 1991 . *"Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse "*. 3<sup>rd</sup> ed. Singapore : McGraw-Hill Book Co.
- Othmer, Kirk. 1952. *"Encyclopedia of Chemical Technology"*. Volume 9. New York. The Interscience Encyclopedia, Inc.
- Peavy, Howards. Rowe, Donald. Tchobanoglous. 1985. *"Environmental Engineering"*. Singapore : McGraw-Hill Book Co.
- Perry, Robert . Green, Don. 1984. *" Perry's Chemichal Engineers' Handbook "*. Sixth ed. Singapore : McGraw-Hill Book Co.
- Qasim, Syed R. 1985 . *"Wastewater Treatment Plants"*. New York : CBS College Publishing.
- Reynolds, Tom D. 1982. *"Unit Operations and Processes in Environmental Engineering"*. Belmont, California : Wadsworth, Inc.
- Sugiharto. 1987. *" Dasar - Dasar Pengelolaan Air Limbah "*. Universitas Indonesia - UI Press.
- Sundstrom, Donald W. 1978. *"Wastewater Treatment"*. United Staes of America : Prentice-Hall, Inc.
- Tchobanoglous, George. L. Burton, Franklin. Stense, H. David. 2003.



**"Wastewater Engineering Treatment and Reuse". 4<sup>th</sup> ed. America : McGraw-Hill Book Co.**

**Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. Kep-51/ MENLH/ 10/ 1995 tentang Baku Mutu limbah Cair bagi Kegiatan Industri**

**Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah Industri Farmasi**