

# KOMBINASI PROSES PRESIPITASI DAN ADSORPSI KARBON AKTIF DALAM PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI PENYAMAKAN KULIT

Eka Wardhani, Mila Dirgawati, Ima Fauzia Alvina  
Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Itenas, Bandung  
e-mail: ekw\_wardhani@yahoo.com

## ABSTRAK

Kecamatan Sukaregang Kabupaten Garut merupakan pusat industri penyamakan kulit. Sebagai industri yang mengolah bahan organik dan menggunakan banyak air, industri penyamakan kulit mempunyai potensi menghasilkan limbah cair yang mengandung banyak zat organik. Limbah cair penyamakan kulit termasuk ke dalam limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) karena mengandung unsur Krom (Cr) yang berasal dari penambahan senyawa Krom sulfat pada proses tanning (penyamakan). Berdasarkan hal tersebut, diperlukan pengolahan yang efektif untuk menyisihkan parameter pencemaran pada air limbah penyamakan kulit. Penelitian ini menggunakan kombinasi proses presipitasi kimia dan adsorpsi untuk menyisihkan parameter pencemar yang terdapat dalam air limbah industri penyamakan kulit. Sistem yang digunakan pada penelitian ini adalah batch, dengan presipitan yang digunakan yaitu senyawa alkali NaOH dan karbon aktif tempurung kelapa sebagai adsorben. Berdasarkan hasil penelitian kombinasi proses presipitasi kimia dan adsorpsi karbon aktif efektif menyisihkan parameter pencemar pada air limbah industri penyamakan kulit dengan efisiensi penyisihan yaitu 97,98 % untuk TSS, 97,35% untuk BOD<sub>5</sub>, 98,03% untuk COD, 99,67% untuk Krom total (Cr). Efisiensi penyisihan tersebut diperoleh setelah air limbah industri penyamakan kulit tersebut diolah dengan menggunakan proses presipitasi kimia dengan menggunakan presipitan alkali NaOH pada pH optimum 9 serta proses adsorpsi karbon aktif dengan jenis adsorben yang dipergunakan adalah tempurung kelapa seberat 0,5 gram dengan waktu kontak 5,5 jam. Konsentrasi akhir pencemar utama yaitu TSS sebesar 132 mg/L, BOD<sub>5</sub> sebesar 12,6 mg/L, COD sebesar 16 mg/L dan Krom total sebesar 0,08 mg/L telah memenuhi Baku Mutu Limbah Cair yang disyaratkan sehingga air limbah aman untuk dibuang ke badan air penerima.

**Kata kunci :** Sukaregang Garut, penyamakan kulit, presipitasi, adsorpsi,

## ABSTRACT

Sukaregang, Garut is the center of tannery industry. As the industrial that process organic materials and use lot of water, tannery industry have potential to generate liquid wastes that contain lots of organic matter. Tannery wastewater can be include in the hazardous and toxic waste because it contain chromium (Cr) derived from addition of chromium sulfate in tanning process. Based on that, effectively process is necessary to remove pollutant parameter in tannery wastewater. In this study use a combination of chemical precipitation and adsorption for remove pollutant parameter in tannery wastewater. The system used is batch system, with presipitant alkaline NaOH and coconut shell activated carbon as adsorban. Based on the results of the research process, combination of chemical precipitation and activated carbon adsorption effective to remove pollutant parameter in tannery wastewater with efficiency removal are 97,98 % for TSS, 97,35% for BOD<sub>5</sub>, 98,03% for COD, 99,67% for Krom total (Cr). Efficiency removal was obtained after tannery wastewater is process using chemical precipitation process use NaOH at pH 9 and activated carbon with the type of adsorbent used is a coconut shell that weight 0,5 grams with contact time of 5,5 hours. Final concentration of main pollutants TSS is 132 mg/L, BOD<sub>5</sub> is 12,6 mg/L, COD is 16 mg/L dan Krom total is 0,08 mg/L havemet Liquid Waste Quality Standard as required so that waste water is safe to be discharge into river.

**Keyword :** Sukaregang Garut, tannery industry, presipitation, adsorption

## 1. PENDAHULUAN

Kecamatan Sukaregang Kabupaten Garut merupakan pusat industri penyamakan kulit di Provinsi Jawa Barat. Proses penyamakan kulit memiliki tahap-tahap yang berurutan dimana pada tiap tahap ditambahkan bahan kimia sebagai bahan pembantu sesuai dengan tujuan proses yang dilakukan. Sebagai industri yang mengolah bahan organik dan menggunakan banyak air, industri penyamakan kulit mempunyai potensi menghasilkan limbah cair yang mengandung banyak zat organik (Yuliansyah, 2006). Industri penyamakan kulit merupakan industri yang menggunakan senyawa Krom sulfat pada proses produksinya, sehingga limbah cair dari industri ini termasuk limbah berbahaya dan beracun (B3) karena mengandung senyawa Krom total (Cr) (Wahyuningtyas, 2001).

Saat ini masih banyak industri penyamakan kulit yang membuang limbah cair ke Sungai Ciwalen tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Sungai Ciwalen merupakan anak Sungai Cimanuk yang melintasi sentra industri penyamakan kulit di Kabupaten Garut yang airnya dimanfaatkan masyarakat untuk kegiatan domestik, perikanan dan pertanian sehingga peningkatan pencemaran terhadap sungai tersebut berpotensi membahayakan kesehatan manusia. Berdasarkan hal tersebut, diperlukan pengolahan yang efektif untuk menyisihkan parameter pencemaran pada air limbah penyamakan kulit.

Pengolahan limbah cair terdiri dari tahap pengolahan primer, sekunder dan tersier. Presipitasi merupakan salah satu tahap pengolahan sekunder yang mengubah kondisi fisik limbah cair dari bentuk terlarut menjadi padatan tersuspensi (Della, 2008). Selain itu, adsorpsi merupakan salah satu tahap pengolahan tersier dimana suatu zat terlarut dalam larutan menempel, terikat, atau terserap dan terakumulasi pada permukaan padatan (Mihelcic, 1999). Berdasarkan hal tersebut, pada penelitian ini dilakukan studi kombinasi proses presipitasi kimia dan adsorpsi karbon aktif sebagai alternatif pengolahan air limbah penyamakan kulit.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui efisiensi penyisihan parameter pencemar limbah cair penyamakan kulit dengan menggunakan kombinasi proses presipitasi kimia dan adsorpsi karbon aktif dengan tujuan penelitian untuk menentukan kondisi optimum yang menunjang proses presipitasi dan adsorpsi seperti konsentrasi presipitan, pH larutan, berat karbon aktif, dan waktu kontak, menurunkan konsentrasi parameter pencemar dengan kombinasi proses presipitasi kimia dan adsorpsi karbon aktif hingga memenuhi baku mutu SK Gubernur TK 1 Jawa Barat No. 6 Tahun 1999 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri di Jawa Barat, dan menentukan efisiensi kombinasi proses presipitasi kimia dan adsorpsi karbon aktif dalam mengolah air limbah industri penyamakan kulit

Usaha-usaha pengolahan air limbah yang mengandung logam berat khususnya ion-ion  $\text{Cr}^{6+}$  telah banyak dilakukan dan perlu dikembangkan. Pendekatan yang telah banyak dilakukan untuk mengatasi hal tersebut adalah melalui imobilisasi dengan teknik pengendapan, pertukaran ion maupun menggunakan adsorben (zat penyerap). Metode-metode yang telah dikembangkan pada umumnya mempunyai efektivitas yang masih rendah. Penelitian untuk menemukan metode penyisihan ion-ion logam berat khususnya ion-ion  $\text{Cr}^{6+}$  yang memiliki efektivitas tinggi perlu dikembangkan (Suardana, 2008)

Adsorpsi sebenarnya merupakan teknologi yang sudah dikenal sejak jaman sebelum masehi, yaitu untuk pembersihan air menggunakan arang sebagai adsorben. Pada abad ke-18 karbon telah dimanfaatkan untuk mengadsorpsi gas-gas dan zat cair, selanjutnya pada tahun 1790 digunakan untuk mengadsorpsi zat warna dan abu dalam air. Aplikasi adsorpsi dalam skala besar baru dimulai pada tahun 1920-an, dan pada waktu itu karbon aktif telah digunakan untuk pengolahan air limbah (Bastian, 2002).

Adsorpsi adalah peristiwa menempelnya suatu zat pada permukaan zat lain karena kekuatan gaya tarik dari permukaan suatu zat. Proses adsorpsi terjadi dalam 3 tahap (Metcalf & Eddy, 1991) :

1. Perpindahan molekul adsorbat menuju lapisan film pada permukaan adsorben
2. Difusi adsorbat melalui lapisan film adsorben
3. Penempelan adsorbat pada permukaan adsorben

Adsorben yang umum digunakan adalah padatan yang mempunyai luas permukaan yang besar dan mempunyai gaya tarik yang besar terhadap molekul lain. Untuk mendapatkan luas permukaan yang besar

maka adsorben harus mempunyai rongga/pori-pori yang banyak sehingga adsorbat dapat diserap dalam rongga dan pori-pori tersebut (Metcalf & Eddy, 1991).

Peristiwa adsorpsi dipengaruhi oleh luas permukaan, sifat fisik dan sifat kimia adsorben. Luas permukaan zat padat dapat diperkirakan dari angka iodium sebagai salah satu parameter karakteristik karbon aktif (Metcalf & Eddy, 1991).

Ruang lingkup yang merupakan pembatasan masalah dan pembahasan pada penelitian ini meliputi :

- Penelitian dilakukan dengan sistem batch skala laboratorium dilaksanakan di Laboratorium Jurusan Teknik Lingkungan Itenas dan Laboratorium Pengelolaan Kualitas Lingkungan PDAM Kota Bandung.
- Sampel limbah yang digunakan adalah limbah penyamakan kulit PT. X di Sukaregang Garut yang diambil pada tanggal 4 Oktober 2011
- Baku mutu yang digunakan yaitu SK Gubernur TK 1 Jawa Barat No. 6 Tahun 1999 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri di Jawa Barat
- Jenis presipitan yang digunakan yaitu senyawa alkali NaOH dengan kondisi optimum presipitasi dilakukan berdasarkan variasi pH.
- Jenis adsorben yang digunakan adalah karbon aktif tempurung kelapa dengan kondisi optimum adsorpsi dilakukan berdasarkan variasi berat karbon aktif dan waktu kontak.
- Penelitian menggunakan sistem *batch* dengan parameter yang dianalisa yaitu *Biochemical Oxygen Demand* (BOD<sub>5</sub>), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS), dan Krom total (Cr)

## 2. METODOLOGI

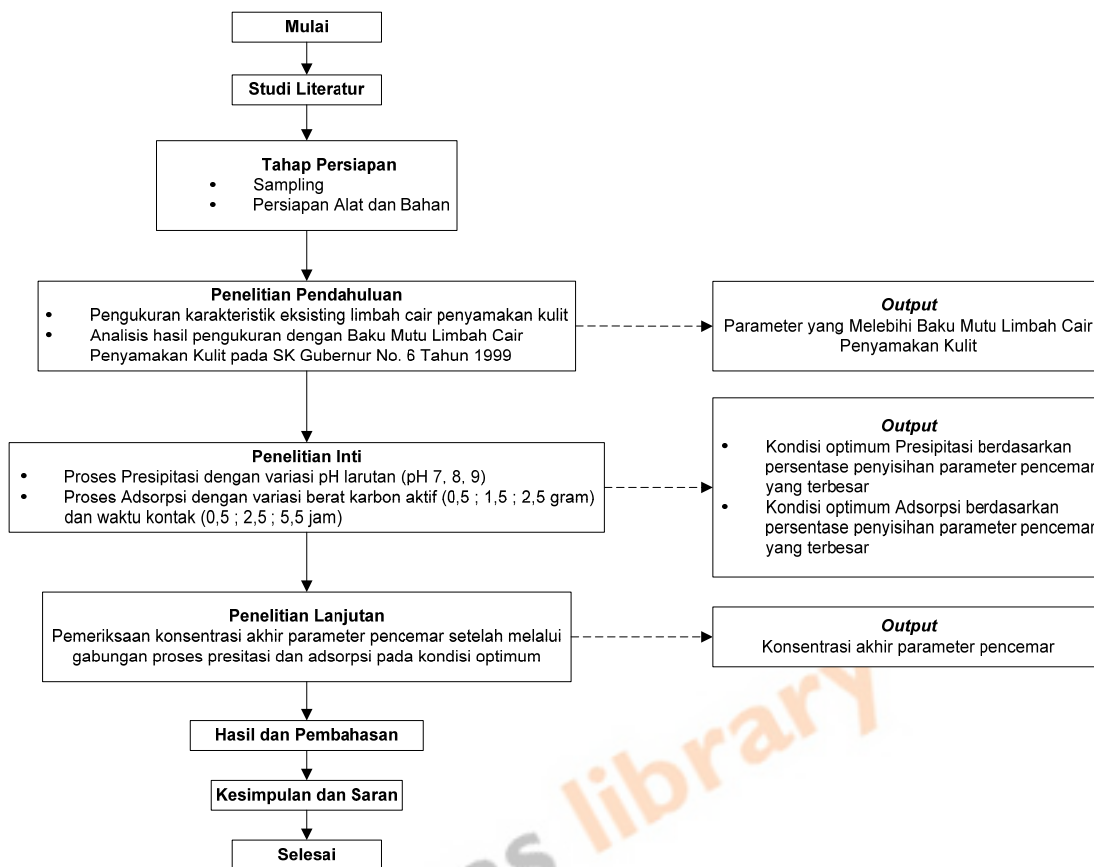
Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium untuk mengetahui efisiensi penyisihan parameter pencemar limbah cair penyamakan kulit dengan kombinasi proses presipitasi kimia dan adsorpsi karbon aktif. Sistem yang digunakan pada penelitian ini yaitu sistem *batch*, dengan cara memberi kontak antara sampel limbah cair penyamakan kulit dengan media presipitan maupun adsorben dalam suatu wadah selama waktu tertentu. Sistem *batch* dapat memberikan gambaran kemampuan presipitan dan adsorben dengan mencampurkan dengan sampel limbah yang jumlahnya tetap dan mengamati perubahan kualitasnya pada selang waktu tertentu. Secara umum, bagan air metodologi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Tahap persiapan ini meliputi sampling dan persiapan alat dan bahan. Limbah cair penyamakan kulit didapatkan dari PT. X yang terletak di Sukaregang Garut. Sampling dilaksanakan pada tanggal 4 Oktober 2011 pada pukul 4.00 WIB. Sampel diambil di bagian saluran pembuangan limbah cair PT. X Sukaregang Garut setelah akhir proses penyamakan kulit. Sampling limbah cair dilakukan dengan metode *grab sample*, yaitu pengambilan sampel pada satu titik sampling yang dapat mewakili dalam penentuan karakteristik limbah cair pada industri tersebut. Sampel limbah cair penyamakan kulit diawetkan untuk menghindari terjadinya degradasi ataupun penguapan. Tabel 1 menjelaskan metode pengawetan sampel yang telah dilakukan.

**Tabel 1. Pengawetan Sampel**

Parameter	Wadah	Volume Min (ml)	Pengawetan
Suhu dan pH	Plastik	-	-
BOD <sub>5</sub> , TSS, Krom total (Cr), dan Minyak Lemak	Plastik/Gelas	4500	Dinginkan 4°C ± 2°C
COD, Nitrogen total (N), Ammonia Total (NH <sub>3</sub> ), dan Sulfida sebagai H <sub>2</sub> S	Plastik/Gelas	10	Dinginkan 4°C ± 2°C + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>

Sumber: *Standard Methods, 1995.*



**Gambar 1. Bagan Alir Metodologi Penelitian**

Tabel 2. menjabarkan alat dan bahan yang diperlukan pada saat pengambilan sampling air limbah serta proses penelitian.

**Tabel 2. Alat dan Bahan Sampling**

Alat		Bahan
<b>Sampling</b>		
Pipet 1 mL (1)	pH meter	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Pipet 10 mL (1)	DO meter	NaOH
Balm	Cool Box	Aquadest
Gelas Borosilikat 500 mL (1)	Blue Ice	
Botol Plastik 1L (3)	Label	
Botol Plastik 5L (1)	Tissue/lap	
Thermometer		
<b>Penelitian</b>		
pH meter	Gelas kimia 1 Liter	Limbah Cair Penyamakan Kulit
Stirer dan pengaduk	Spatula	NaOH 10%
Shaker	Pipet tetes	Karbon aktif tempurung kelapa
Timbangan Analitik	Gelas ukur	Aquadest
Erlenmeyer		

Tahap penelitian ini merupakan pengukuran konsentrasi parameter air limbah penyamakan kulit berdasarkan baku mutu SK Gubernur TK 1 Jawa Barat No. 6 Tahun 1999 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri di Jawa Barat. Analisa karakteristik air limbah penyamakan kulit PT. X. dilakukan oleh Laboratorium Pengelolaan Kualitas Lingkungan PDAM Kota Bandung dengan tujuan supaya diperoleh data

yang akurat. Tabel 3 menjabarkan metode pemeriksaan yang digunakan dalam analisa karakteristik awal sampel air limbah industri penyamakan kulit.

**Tabel 3. Metode Pemeriksaan Karakteristik Awal Limbah Penyamakan Kulit**

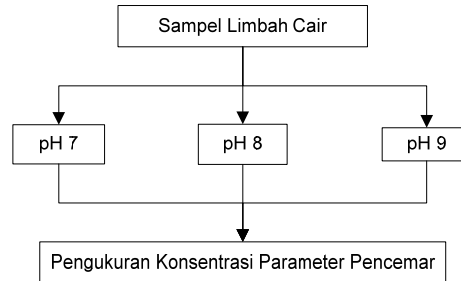
No	Parameter	Satuan	Metode Acuan	Sumber
1	Suhu	°C	Termometer	-
3	BOD <sub>5</sub>	mg/L	Titration Winkler	SNI 6989.72:2009
4	COD	mg/L	Spektrofotometri	SNI 6989.2:2009 SNI 06-6989.3-2004
5	TSS	mg/L	Gravimetri	2004
6	Krom total (Cr)	mg/L	Spektrofotometer serapan atom (SSA)	SNI 6989.17:2009
7	Minyak Lemak	mg/L	Gravimetri	SNI 06-6989.10-2004
8	Nitrogen Total	mg/L	Destilasi Kjeldahl secara titrasi	SNI 03-4146-1996
9	Ammonia Total (NH <sub>3</sub> )	mg/L	Spektrofotometri	SNI 06-6989.30-2005
10	Sulfida sebagai H <sub>2</sub> S	mg/L	Spektrofotometri	SNI 6989.70:2009 SNI 06-6989.11-2004
11	pH	-	pH meter	2004
12	Debit	m <sup>3</sup> /detik	Pengukuran debit	SNI 0140:2007

Sumber : Standar Nasional Indonesia tahun 2011

- **Proses Presipitasi**

Penelitian ini dilakukan dengan variasi pH larutan mulai dari pH 7, 8, dan 9 dengan menggunakan senyawa alkali NaOH 10% sebagai presipitan. Pemilihan jenis dan variasi presipitan ini berdasarkan pada penelitian tentang Pengurangan Krom total (Cr) dalam Limbah Cair Industri Kulit pada Proses *Tannery* menggunakan Senyawa Alkali (Oktiawan, 2009). Pada penelitian tersebut diketahui bahwa NaOH merupakan senyawa alkali yang paling efektif menyisihkan Krom total (Cr) pada limbah cair penyamakan kulit dan mudah untuk diterapkan karena senyawa NaOH mudah didapatkan. pH larutan digunakan sebagai acuan variasi kondisi optimum karena dapat menunjukkan banyaknya presipitan yang ditambahkan sehingga dapat diketahui pengaruh penambahan NaOH terhadap penurunan konsentrasi parameter pencemar pada limbah cair penyamakan kulit. Berdasarkan studi literatur, diketahui bahwa kelarutan Krom total (Cr) sangat kecil bahkan mendekati 0 (nol) pada pH 8,5-9 (*Benefield, 1982*). Namun pada penelitian ini digunakan variasi pH 7, 8, 9 karena memiliki rentang variasi pH yang lebih luas dan sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan variasi pH tersebut pada penyisihan Krom total (Cr) dalam limbah cair penyamakan kulit. Dari studi literatur diketahui bahwa pada umumnya presipitasi digunakan untuk menyisihkan logam berat sehingga saat ini belum didapatkan acuan penelitian mengenai penggunaan proses presipitasi pada penyisihan zat organik dalam limbah penyamakan sehingga pemilihan rentang pH yang besar digunakan untuk mendukung tujuan mengetahui pengaruh penambahan senyawa NaOH pada penyisihan zat organik pada limbah penyamakan kulit secara jelas.

Adapun langkah-langkah yang dilakukan pada tahap penelitian ini yaitu memasukan 500 mL limbah cair ke dalam gelas kimia 1000 mL, lalu menambahkan NaOH 10% sampai pH air limbah menjadi 7. Selanjutnya dilakukan pengadukan dengan menggunakan *stirrer* lengkap dengan pengaduk magnetik hingga kecepatan 50 rpm selama 20 menit. Langkah selanjutnya yaitu mendinginkan air limbah tersebut selama 24 jam sehingga diperoleh supernatan (cairan) dan natan (endapan). Supernatan yang terbentuk diambil menggunakan pipet ukur dan pisahkan untuk pengukuran konsentrasi parameter pencemar, dengan cara yang sama lakukan untuk variasi pH 8 dan 9. Konsep penelitian presipitasi kimia disajikan pada Gambar 2.

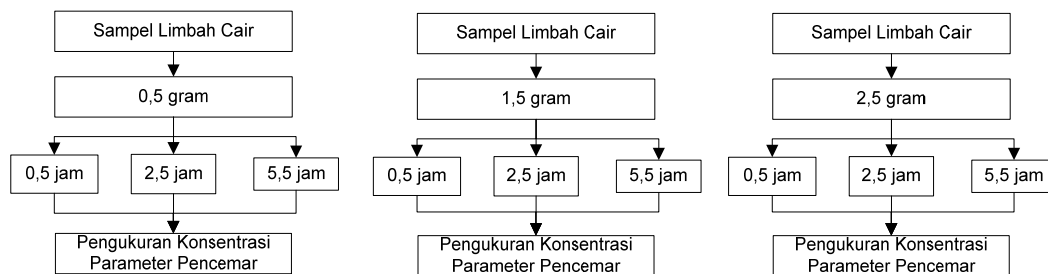


**Gambar 2. Konsep Variasi pH pada Metode Presipitasi**

- **Proses Adsorpsi**

Penelitian adsorpsi ini menggunakan karbon aktif tempurung kelapa dengan variasi penelitian yang dilakukan adalah berat karbon aktif dan waktu kontak. Pemilihan karbon aktif sebagai adsorben karena karbon aktif tempurung kelapa memiliki permukaan yang luas, berat yang ringan, dan pori-pori yang banyak sehingga mendukung proses melekatnya zat pencemar yang terdapat pada limbah cair. Selain itu, pengolahan memakai karbon aktif tempurung kelapa mudah diterapkan karena mudah didapatkan dan harganya murah. Variasi berat karbon aktif yang digunakan yaitu 0,5 gram; 1,5 gram; dan 2,5 gram. Sedangkan variasi waktu kontak yang digunakan yaitu 0,5 jam; 2,5 jam; dan 5,5 jam. Pemilihan variasi berat karbon aktif dan waktu kontak ini berdasarkan penelitian Analisa Penyisihan Logam Berat Krom Heksavalen ( $\text{Cr}^{6+}$ ) dengan Menggunakan Dua Jenis Karbon Aktif Skala Laboratorium (Carna, 2010) yang disesuaikan dengan hasil pemikiran berdasarkan studi literatur tentang karakteristik hubungan limbah cair penyamakan kulit dengan proses adsorpsi. Hal tersebut dilakukan karena penelitian sebelumnya tidak memakai limbah sejenis yang memiliki karakteristik yang sama, selain itu parameter utama yang diuji pada penelitian sebelumnya yaitu Krom Heksavalen ( $\text{Cr}^{6+}$ ) sedangkan pada penelitian ini ingin mengetahui penyisihan Krom total (Cr) sebagai salah satu parameter utama dalam limbah cair penyamakan kulit. Dari studi literatur, diketahui bahwa saat ini belum terdapat penelitian mengenai penggunaan proses adsorpsi pada penyisihan zat organik dalam limbah penyamakan kulit. Namun dengan menggunakan variasi berat karbon aktif dan waktu kontak yang bervariasi yang telah ditentukan dapat menunjukkan pengaruh proses adsorpsi pada penyisihan zat organik secara jelas.

Adapun langkah-langkah yang dilakukan pada tahap penelitian ini yaitu 150 mL sampel air limbah di masukan ke dalam dalam 3 buah erlenmeyer 250 mL dan di tambahkan karbon aktif tempurung kelapa dengan berat 0,5 gram pada masing-masing erlenmeyer. Tempatkan erlenmeyer tersebut pada *shaker* untuk dilakukan sentrifugasi dengan kecepatan konstan sebesar 100 rpm dalam waktu 0,5 jam; 2,5 jam; dan 5,5 jam. Setelah selesai, pisahkan sampel dari karbon aktif lalu lakukan pengukuran konsentrasi parameter pencemar. Dengan langkah yang sama, lakukan variasi berat karbon aktif 1,5 gram dan 2,5 gram. Konsep penelitian adsorpsi disajikan pada Gambar 2.3

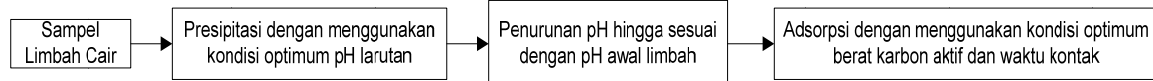


**Gambar 3. Konsep Penelitian Adsorpsi**

Penelitian ini merupakan penelitian gabungan presipitasi dan adsorpsi dengan menggunakan kondisi optimum yang didapatkan dari penelitian utama. Tahap pertama yaitu terlebih dahulu dilakukan presipitasi pada sampel limbah cair dengan menggunakan pH larutan optimum. Setelah presipitasi, lakukan penyesuaian pH dengan penambahan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  agar sesuai dengan pH sampel limbah eksisting (sebelum pengolahan) pada supernatan yang dihasilkan dari proses pengendapan. Langkah ini dilakukan karena proses adsorpsi pada penelitian inti menggunakan limbah cair penyamakan kulit dengan pH awal limbah yang bersifat asam.



Selain itu apabila pH supernatan tidak disesuaikan menjadi pH awal limbah yang bersifat asam maka pH supernatan bersifat basa akibat penambahan senyawa alkali pada proses presipitasi. Berdasarkan studi literatur diketahui bahwa proses adsorpsi tidak efektif menyisihkan parameter pencemar pada limbah yang bersifat basa karena akan mengakibatkan dihasilkannya garam yang mengganggu proses adsorpsi. Setelah dilakukannya penyesuaian pH, selanjutnya lakukan proses adsorpsi dengan menggunakan berat karbon aktif dan waktu kontak optimum. Konsep penelitian lanjutan dapat dilihat pada gambar 2.4.



**Gambar 1. Konsep Kerja Penelitian Lanjutan**

Data karakteristik awal air limbah pada tahap pendahuluan digunakan sebagai acuan penentuan objek penelitian konsentrasi parameter yang harus disisihkan serta digunakan sebagai konsentrasi awal pada penentuan efisiensi penyisihan. Data konsentrasi parameter air limbah yang diolah menggunakan metode presipitasi dan metode adsorpsi pada penelitian utama digunakan sebagai konsentrasi akhir pada perhitungan efisiensi penyisihan. Efisiensi penyisihan setiap parameter dihitung dengan persamaan:

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(\text{Konsentrasi awal} - \text{Konsentrasi akhir})}{\text{Konsentrasi awal}} \times 100 \%$$

Kesimpulan diambil berdasarkan pengolahan data dan pembahasan hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Sedangkan saran berisi masukan agar kekurangan yang terjadi pada penelitian ini tidak terjadi pada penelitian selanjutnya serta penelitian selanjutnya dapat lebih baik.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum dilakukan penelitian menggunakan metode presipitasi dan adsorpsi, terlebih dahulu dilakukan pengukuran karakteristik limbah cair penyamakan kulit berdasarkan SK Gub TK. 1 Jawa Barat No 6 Tahun 1999 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri di Jawa Barat.

**Tabel 4. Karakteristik Limbah Cair Penyamakan Kulit**

No	Parameter	Satuan	*Baku Mutu	Hasil Pengujian
<b>FISIKA</b>				
1	Daya Hantar Listrik	µmhos/Cm		45.02
2	TSS	mg/L	150	6.528 <sup>^</sup>
<b>KIMIA</b>				
1	Ammonia Total (NH <sub>3</sub> )	mg/L	10,0	0,25
2	BOD <sub>5</sub>	mg/L	150	475 <sup>^</sup>
3	COD	mg/L	300	811,19 <sup>^</sup>
4	Krom total (Cr)	mg/L	2,0	86,076 <sup>^</sup>
6	Minyak Lemak	mg/L	5,0	2,55
7	Sulfida sebagai H <sub>2</sub> S	mg/L	1,0	0,3
8	pH		6-9	5

Sumber : Hasil Laboratorium 2011

Ket : <sup>^</sup> = Melebihi standar baku mutu SK Gub TK. 1 Jawa Barat No 6 Tahun 1999 Lampiran I.3

\*Standar baku mutu SK Gub TK. 1 Jawa Barat No 6 Tahun 1999 Lampiran I.3

Berdasarkan Tabel 3.1 diketahui bahwa parameter yang melebihi baku mutu yaitu TSS (6.528 mg/L), BOD<sub>5</sub> (475 mg/L), COD (811,19 mg/L), dan Krom total (86,076 mg/L). TSS, BOD<sub>5</sub>, dan COD merupakan parameter yang menunjukkan banyaknya zat organik pada limbah cair penyamakan kulit. Sedangkan tingginya konsentrasi Krom total (Cr) menunjukkan bahwa limbah cair penyamakan kulit termasuk ke dalam

limbah berbahaya dan beracun (B3). Parameter yang melebihi baku mutu atau dapat juga disebut sebagai parameter pencemar merupakan objek penelitian utama yang dijadikan acuan penentuan kondisi optimum proses presipitasi dan adsorpsi pada penelitian inti. Selain itu TSS, BOD<sub>5</sub>, COD dan Krom total (Cr) juga merupakan acuan yang digunakan dalam penentuan efektifitas gabungan proses presipitasi dan adsorpsi pada penelitian lanjutan.

Untuk mengetahui kemampuan pengolahan presipitasi dan adsorpsi dalam menyisihkan parameter pencemar, maka harus diketahui efisiensi penyisihan yang dibutuhkan agar konsentrasi parameter TSS, BOD<sub>5</sub>, COD dan Krom total (Cr) sesuai dengan baku mutu SK Gubernur TK 1 Jawa Barat No. 6 Tahun 1999. Efisiensi yang dibutuhkan didapatkan dari perhitungan menggunakan rumus persentase efisiensi penyisihan. Konsentrasi awal merupakan konsentrasi parameter pencemar hasil pengukuran laboratorium sedangkan konsentrasi akhir merupakan konsentrasi parameter sesuai dengan baku mutu. Berdasarkan hasil perhitungan maka didapatkan persentase efisiensi penyisihan yang dibutuhkan agar konsentrasi parameter pencemar sesuai dengan baku mutu yaitu 97,70% untuk TSS, 68,42% untuk BOD<sub>5</sub>, 63,02% untuk COD, dan 97,68% untuk Krom total (Cr).

- **Metode Presipitasi**

Pada limbah cair penyamakan kulit dilakukan metode presipitasi dengan penambahan NaOH 10% hingga diperoleh variasi pH 7, 8, 9. Setelah itu didapatkan supernatan dari proses pengendapan lalu dilakukan pengukuran TSS, BOD<sub>5</sub>, COD, dan Krom total (Cr). Hasil pengukuran tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.

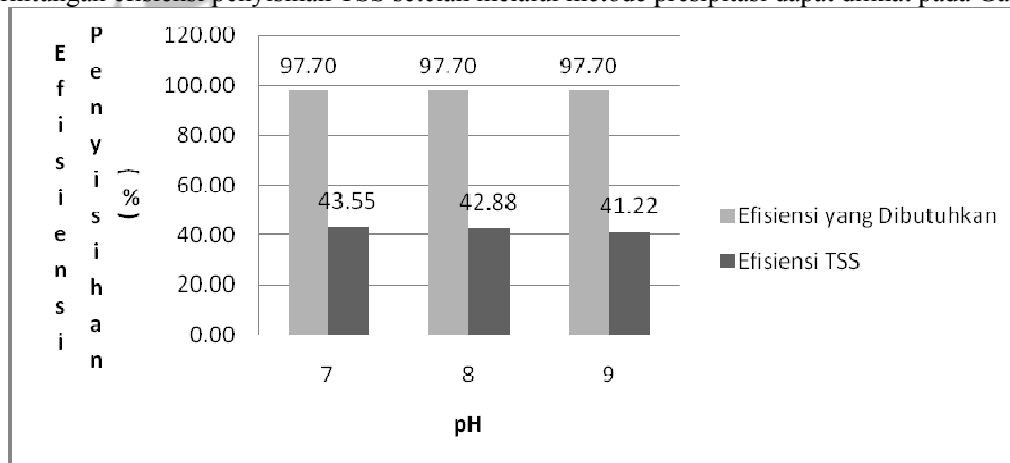
**Tabel 5. Konsentrasi Parameter Pencemar setelah Presipitasi**

No	pH	Konsentrasi (mg/L)			
		TSS	BOD <sub>5</sub>	COD	Krom Total (Cr)
1	7	3.685	14,03	128	24,46
2	8	3.729	13,54	64	2,96
3	9	3.837	13,14	32	0,16

Untuk mengetahui pH larutan yang optimal menyisihkan parameter pencemar, maka dihitung efisiensi penyisihan setiap parameter yang dijelaskan pada analisa pengukuran setiap parameter sebagai berikut.

**Analisa Pengukuran TSS**

Hasil perhitungan efisiensi penyisihan TSS setelah melalui metode presipitasi dapat dilihat pada Gambar 5.

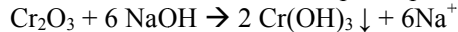


**Gambar 5. Grafik Efisiensi Penyisihan TSS setelah Presipitasi**

Berdasarkan Gambar 5 diketahui bahwa proses presipitasi dengan pH 7, 8, 9 tidak efektif menurunkan konsentrasi TSS yang dapat dilihat dari efisiensi penyisihan TSS yang lebih kecil dari efisiensi yang dibutuhkan agar sesuai baku mutu. Efisiensi penyisihan konsentrasi TSS pada pH 7, 8, dan 9 berturut-turut yaitu 43,55% ; 42,88% ; 41,22%, data tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi pH larutan maka efisiensi penyisihan konsentrasi TSS semakin kecil. Dari penelitian pendahuluan diketahui bahwa limbah



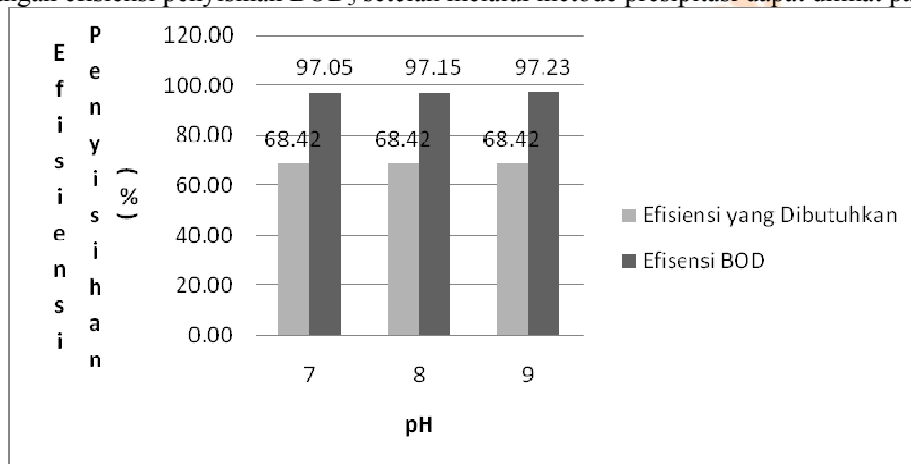
cair penyamakan kulit mengandung Krom total (Cr). Karakteristik Krom total (Cr) yaitu apabila bereaksi dengan senyawa alkali yang bersifat basa akan membentuk endapan seperti reaksi sebagai berikut.



Reaksi tersebut menunjukkan bahwa Krom total (Cr) yang terdapat dalam  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  pada limbah cair penyamakan kulit membentuk endapan  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  setelah bereaksi dengan NaOH. pH larutan menunjukkan banyaknya NaOH yang ditambahkan. Dari hasil penelitian diketahui semakin banyak NaOH yang ditambahkan mengakibatkan semakin banyaknya endapan yang dihasilkan. Endapan tersebut merupakan zat tersuspensi. Namun tingginya konsentrasi Krom total (Cr) pada limbah cair penyamakan kulit mengakibatkan endapan yang terbentuk tidak seluruhnya mengendap menjadi natan (endapan) melainkan masih ada yang mengapung dan terdapat pada supernatan (cairan). Berdasarkan literatur, zat tersuspensi merupakan 40% bagian zat padat total dalam keadaan terapung, zat padat tersuspensi dapat mengembang dan dapat membentuk tumpukan lumpur yang berbau bila dibuang (Puspita, 2008). Dengan demikian, pada penelitian dapat dikatakan bahwa semakin banyak NaOH yang ditambahkan maka semakin banyak pula zat tersuspensi yang dihasilkan yang dapat dilihat oleh semakin tingginya konsentrasi TSS pada limbah cair penyamakan kulit. Dari gramafik di atas juga dapat diketahui bahwa penyisihan TSS dengan presipitasi yang optimal adalah pada pH 7 karena menghasilkan efisiensi penyisihan terbesar dibandingkan dengan variasi pH lainnya yaitu sebesar 43,55% yang dapat menurunkan konsentrasi awal TSS yaitu 6.528 mg/L berkurang menjadi 3.685 mg/L.

### Analisa Pengukuran BOD

Hasil perhitungan efisiensi penyisihan BOD<sub>5</sub> setelah melalui metode presipitasi dapat dilihat pada Gambar 6.



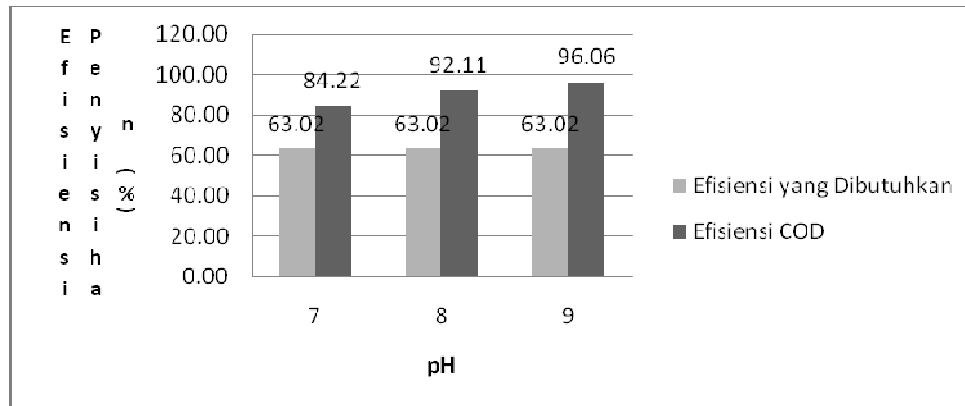
**Gambar 6. Grafik Efisiensi Penyisihan BOD<sub>5</sub> setelah Presipitasi**

BOD<sub>5</sub> adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan bahan organik yang terdapat pada larutan (Metcalf & Eddy, 1991). BOD<sub>5</sub> merupakan parameter yang dapat menunjukkan banyaknya zat organik yang terkandung dalam suatu limbah (Sofiany, 1999). Dari gramafik di atas diketahui bahwa presipitasi efektif menurunkan konsentrasi BOD<sub>5</sub> yang dapat dilihat dari efisiensi penyisihan BOD<sub>5</sub> pada pH 7, 8, 9 yang lebih besar dari efisiensi yang dibutuhkan sesuai baku mutu. Penurunan konsentrasi BOD<sub>5</sub> menunjukkan berkurangnya zat organik pada limbah cair. Presipitasi adalah proses yang mengubah kondisi fisik zat terlarut menjadi tersuspensi (Schoedder, 1977). Penelitian presipitasi ini dapat mengubah zat organik pada limbah cair menjadi zat tersuspensi. Zat padat tersuspensi dapat diklasifikasikan menjadi *zat padat terapung* yang bersifat organik dan *zat padat terendap* yang bersifat organik dan inorganik (Puspita, 2008). Berdasarkan teori tersebut dapat dikatakan bahwa konsentrasi BOD<sub>5</sub> setelah presipitasi menurun karena berkurangnya zat organik pada limbah cair akibat adanya pengendapan yang mengakibatkan sebagian zat tersuspensi yang bersifat organik mengendap. Efisiensi penyisihan BOD<sub>5</sub> pada pH 7, 8, 9 berturut-turut yaitu 97,05% ; 97,15% ; 97,23%. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi pH larutan maka efisiensi penyisihan BOD<sub>5</sub> pada limbah cair penyamakan kulit semakin besar. pH larutan menyatakan banyaknya NaOH yang ditambahkan sehingga dapat dikatakan bahwa semakin banyak NaOH pada limbah maka zat tersuspensi yang bersifat organik mengendap terpisahkan sehingga konsentrasi BOD<sub>5</sub> semakin turun.

Penyisihan BOD<sub>5</sub> dengan presipitasi yang optimal adalah pada pH 9 karena menghasilkan efisiensi penyisihan terbesar yaitu 97,23% dan menurunkan konsentrasi awal BOD<sub>5</sub> yaitu 475 mg/L berkurang menjadi 13,14 mg/L.

### Analisa Pengukuran COD

Hasil perhitungan efisiensi penyisihan COD setelah melalui metode presipitasi dapat dilihat pada Gambar 7.

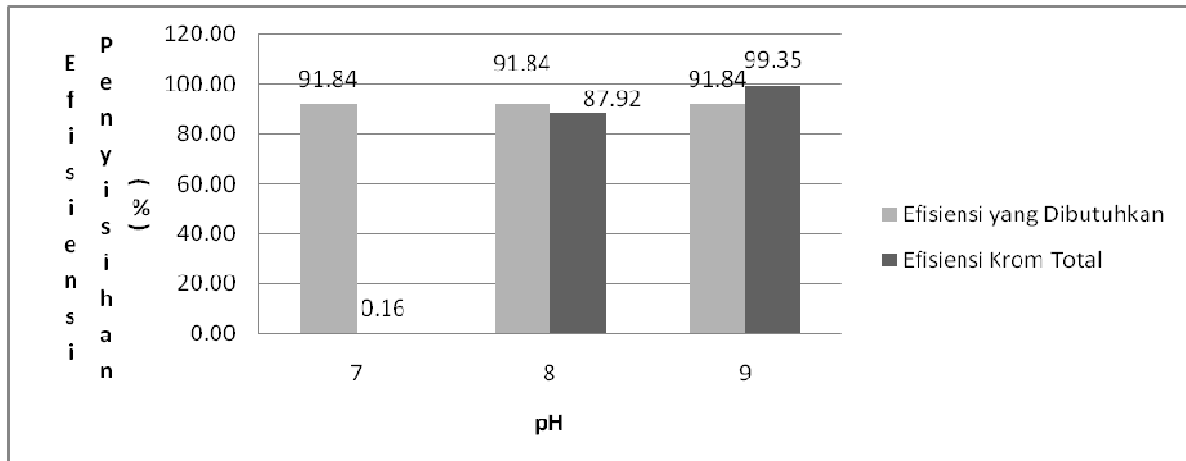


**Gambar 7. Grafik Efisiensi Penyisihan COD setelah Presipitasi**

COD adalah jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan organik yang terdapat pada limbah cair dapat teroksidasi secara kimia baik yang dapat didegradasi secara biologis maupun yang sukar terdegradasi (Mulyadi, 2005). Berdasarkan teori tersebut maka dapat dikatakan bahwa COD menunjukkan banyaknya zat organik pada limbah yang dapat terdegradasi maupun yang sulit terdegradasi. Dari grafik tersebut diketahui bahwa presipitasi efektif menurunkan konsentrasi COD, dapat dilihat dari efisiensi penyisihan COD pada pH 7, 8, 9 yang lebih besar dari efisiensi yang dibutuhkan sesuai baku mutu. Penurunan konsentrasi COD menunjukkan berkurangnya zat organik yang dapat terdegradasi maupun yang sulit terdegradasi pada limbah cair penyamakan kulit. Presipitasi adalah proses yang mengubah kondisi fisik zat terlarut menjadi tersuspensi (Schoedder, 1977). Setelah melalui proses presipitasi zat organik yang dapat terdegradasi maupun yang sulit terdegradasi berubah menjadi zat tersuspensi. Zat tersuspensi tersebut ada yang sebagian mengendap dan sebagian mengapung. Zat padat tersuspensi dapat diklasifikasikan menjadi *zat padat terapung* yang bersifat organik dan *zat padat terendap* yang bersifat organik dan inorganik (Puspita, 2008). Dengan demikian presipitasi menyebabkan sebagian zat organik yang dapat terdegradasi maupun yang sulit terdegradasi mengendap dan terpisahkan pada limbah cair penyamakan kulit sehingga konsentrasi COD menurun. Efisiensi penyisihan konsentrasi COD pada pH 7, 8, dan 9 berturut-turut yaitu 84,22%; 92,11%; 96,06%. Dari data tersebut diketahui bahwa semakin tinggi pH larutan maka efisiensi penyisihan COD semakin besar. pH larutan menyatakan banyaknya NaOH yang ditambahkan sehingga dapat dikatakan bahwa semakin banyak NaOH pada limbah maka zat tersuspensi yang bersifat organik yang dapat terdegradasi maupun yang sulit terdegradasi mengendap dan terpisahkan pada limbah cair penyamakan kulit sehingga konsentrasi COD semakin menurun. Penyisihan COD dengan presipitasi yang optimal adalah pada pH 9 karena menghasilkan efisiensi penyisihan terbesar yaitu 96,06% dan dapat menurunkan konsentrasi awal COD yaitu 811,19 mg/L berkurang menjadi 32 mg/L.

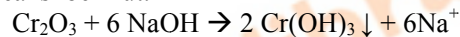
### Analisa Pengukuran Krom total (Cr)

Selain dilakukan pengukuran Krom total (Cr) setelah presipitasi juga dilakukan pengukuran kembali konsentrasi Krom total (Cr) awal limbah cair sebelum presipitasi. Hal tersebut dilakukan berdasarkan adanya kemungkinan unsur Krom total (Cr) yang mengendap sebelum pengolahan. Dari hasil pengukuran diketahui bahwa konsentrasi Krom total (Cr) awal sebelum presipitasi yaitu 24,5 mg/L. Berdasarkan hal tersebut maka efisiensi yang dibutuhkan untuk menyisihkan Krom total (Cr) hingga sesuai dengan baku mutu adalah 91,84%.



**Gambar 8. Grafik Efisiensi Penyisihan Krom total (Cr) setelah Presipitasi**

Berdasarkan Gambar 3.4 diketahui bahwa presipitasi dengan pH 7 dan 8 tidak efektif menurunkan konsentrasi Krom total (Cr) yang terlihat dari efisiensi penyisihan yang lebih kecil dari pada efisiensi yang dibutuhkan agar sesuai dengan baku mutu. Namun, presipitasi dengan pH 9 efektif pada penyisihan krom karena dapat menurunkan konsentrasi Krom total (Cr) dengan efisiensi penyisihan sebesar 99,35% sehingga sesuai dengan baku mutu. Hal ini sesuai dengan teori bahwa kelarutan Krom total (Cr) sangat kecil bahkan mendekati 0 (nol) pada pH 8,5-9 (Benefield, Larry D, 1982). Penelitian ini juga menunjukkan bahwa penambahan NaOH 10% hingga mencapai pH 9 dapat optimal mengendapkan Krom total (Cr) menjadi endapan  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  sesuai dengan reaksi berikut.



- **Metode Adsorpsi**

Pada limbah cair penyamakan kulit dilakukan metode adsorpsi dengan menggunakan variasi berat karbon aktif tempurung kelapa sebagai adsorben dan waktu kontak. Setelah itu dilakukan pengukuran konsentrasi TSS, BOD<sub>5</sub>, COD, dan Krom total (Cr). Hasil pengukuran tersebut dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6. Konsentrasi Parameter Pencemar setelah Adsorpsi**

No	Berat Adsorben (gram)	Waktu (jam)	Konsentrasi (mg/L)			
			TSS	BOD	COD	Cr Total
1	0,5	0,5	1.824	44,44	48	24,34
2		2,5	1.870	35,78	64	24,87
3		5,5	1.448	28,20	48	24,92
4	1,5	0,5	1.484	61,78	48	24,92
5		2,5	1.450	29,00	32	24,79
6		5,5	2.718	36,66	16	24,93
7	2,5	0,5	1.576	47,51	16	24,94
8		2,5	1.490	38,55	32	25,09
9		5,5	2.798	33,14	16	24,97

Untuk mengetahui waktu kontak dan berat adsorben yang optimal menyisihkan parameter pencemar, maka dihitung efisiensi penyisihan setiap parameter yang dijelaskan pada analisa pengukuran setiap parameter sebagai berikut.

**Analisa Pengukuran TSS**

Hasil perhitungan efisiensi penyisihan TSS setelah melalui metode adsorpsi dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7. Analisa Pengukuran TSS**

No	Berat Adsorben (gram)	Waktu (jam)	Konsentrasi (mg/L)		Efisiensi (%)	Kadar Maksimum (mg/L)	Efisiensi yang Dibutuhkan (%)
			Awal	Akhir			
1		0,5	6.528	1.824	72,06	150	97,70
2	0,5	2,5	6.528	1.870	71,35	150	97,70
3		5,5	6.528	1.448	77,82	150	97,70
4		0,5	6.528	1.484	77,27	150	97,70
5	1,5	2,5	6.528	1.450	77,79	150	97,70
6		5,5	6.528	2.718	58,36	150	97,70
7		0,5	6.528	1.576	75,86	150	97,70
8	2,5	2,5	6.528	1.490	77,18	150	97,70
9		5,5	6.528	2.798	57,14	150	97,70

Berdasarkan Tabel 7 menunjukkan bahwa metode adsorpsi tidak efektif menurunkan konsentrasi TSS, yang dapat dilihat dari efisiensi penyisihan TSS yang lebih kecil dari efisiensi yang dibutuhkan sesuai kadar maksimum. Hal ini dapat disebabkan oleh permukaan karbon aktif tempurung kelapa yang tidak efektif menyerap zat tersuspensi pada limbah cair penyamakan kulit. Adsorpsi efektif menyisihkan zat tersuspensi dengan waktu kontak yang lama karena limbah cair penyamakan kulit merupakan limbah yang memiliki kepekatan tinggi (Puspita, 2008). Pada penelitian ini dapat diketahui penyisihan TSS dengan adsorpsi yang optimal yaitu dengan waktu 5,5 jam dan berat 0,5 gram karena konsentrasi awal TSS yaitu 6528 mg/L berkurang menjadi 1.448 mg/L dengan efisiensi 77,82%, hal ini menunjukkan bahwa penyisihan TSS dengan adsorpsi limbah cair penyamakan kulit efektif pada waktu yang lama dengan jumlah karbon aktif yang sedikit. Dari tabel juga dapat dilihat penyisihan zat tersuspensi dengan adsorpsi berfluktuasi sepanjang waktu kontak penelitian. Hal ini diduga pada penelitian tidak hanya terjadi proses menempelnya zat tersuspensi pada karbon aktif (adsorpsi) namun juga terjadi proses terlepasnya zat tersuspensi dari karbon aktif karena media telah jenuh (desorpsi).

#### **Analisa Pengukuran BOD<sub>5</sub>**

BOD<sub>5</sub> merupakan parameter yang menunjukkan banyaknya zat organik yang terkandung pada limbah (Sofiany, 1999). Dari gramafik di atas diketahui bahwa adsorpsi efektif menurunkan konsentrasi BOD<sub>5</sub> yang dapat dilihat dari efisiensi penyisihan BOD<sub>5</sub> pada variasi berat adsorben dan waktu kontak yang lebih besar dari efisiensi yang dibutuhkan sesuai kadar maksimum. Penurunan konsentrasi BOD<sub>5</sub> menunjukkan bahwa karbon aktif dapat menyerap zat organik pada limbah cair penyamakan kulit. Penyisihan BOD<sub>5</sub> dengan adsorpsi yang optimal adalah pada berat karbon aktif 0,5 gram dengan waktu kontak 5,5 jam karena konsentrasi awal BOD<sub>5</sub> yaitu 475 mg/L berkurang menjadi 28,2 mg/L dengan efisiensi 94,06%, hal ini menunjukkan bahwa penyisihan BOD<sub>5</sub> dengan adsorpsi limbah cair penyamakan kulit efektif pada waktu yang lama dengan jumlah karbon aktif yang sedikit. Dari tabel juga dapat dilihat penyisihan zat organik dengan adsorpsi berfluktuasi sepanjang waktu kontak penelitian. Hal ini diduga pada penelitian tidak hanya terjadi proses terlekatnya zat organik pada karbon aktif (adsorpsi) namun juga terjadi proses terlepasnya zat organik dari karbon aktif karena media telah jenuh (desorpsi). Hasil perhitungan efisiensi penyisihan BOD<sub>5</sub> setelah melalui metode adsorpsi dapat dilihat pada Tabel 8.

**Tabel 8. Analisa Pengukuran BOD<sub>5</sub>**

No	Berat Adsorben (g)	Waktu (jam)	Konsentrasi (mg/L)		Efisiensi (%)	Kadar Maksimum (mg/L)	Efisiensi yang Dibutuhkan (%)
			Awal	Akhir			
1		0,5	475	44,44	90,64	150	68,42
2	0,5	2,5	475	35,78	92,47	150	68,42
3		5,5	475	28,2	94,06	150	68,42
4	1,5	0,5	475	61,78	86,99	150	68,42

5		2,5	475	29,00	93,89	150	68,42
6		5,5	475	36,66	92,28	150	68,42
7		0,5	475	47,51	90,00	150	68,42
8	2,5	2,5	475	38,55	91,88	150	68,42
9		5,5	475	33,14	93,02	150	68,42

### **Analisa Pengukuran COD**

Angka COD merupakan kebutuhan oksigen yang diperlukan agar limbah teroksidasi secara kimia baik yang dapat didegramadasi maupun yang sulit didegramadasi (Mulyadi, 2005). COD menunjukkan banyaknya zat organik dan zat organik yang terkandung pada limbah. Dari tabel di atas diketahui bahwa adsorpsi efektif menurunkan konsentrasi COD yang dapat dilihat dari efisiensi penyisihan COD pada variasi berat adsorben dan waktu kontak yang lebih besar dari efisiensi yang dibutuhkan sesuai kadar maksimum. Penurunan konsentrasi COD menunjukkan bahwa karbon aktif dapat menyerap zat organik pada limbah cair penyamakan kulit. Penyisihan COD dengan adsorpsi yang optimal adalah pada berat karbon aktif 1,5 gram dengan waktu kontak 5,5 jam; 2,5 gram dengan waktu kontak 0,5 jam; dan 2,5 gram dengan waktu kontak 5,5 jam karena konsentrasi awal COD yaitu 811,19 mg/L berkurang menjadi 16 mg/L dengan efisiensi 98,03%. Berdasarkan Tabel 9 juga dapat dilihat penyisihan zat organik dengan adsorpsi berfluktuasi sepanjang waktu kontak penelitian. Hal ini diduga pada penelitian tidak hanya terjadi proses terlekatnya zat organik pada karbon aktif (adsorpsi) namun juga terjadi proses terlepasnya zat organik dari karbon aktif karena media telah jenuh (desorpsi). Hasil perhitungan efisiensi penyisihan COD setelah melalui metode adsorpsi dapat dilihat pada Tabel 9.

**Tabel 9. Analisa Pengukuran COD**

No	Berat Adsorben (gram)	Waktu (jam)	Konsentrasi (mg/L)		Efisiensi (%)	Kadar Maksimum (mg/L)	Efisiensi yang Dibutuhkan (%)
			Awal	Akhir			
1		0,5	811,19	48	94,08	300	63,02
2	0,5	2,5	811,19	64	92,11	300	63,02
3		5,5	811,19	48	94,08	300	63,02
4		0,5	811,19	48	94,08	300	63,02
5	1,5	2,5	811,19	32	96,06	300	63,02
6		5,5	811,19	16	98,03	300	63,02
7		0,5	811,19	16	98,03	300	63,02
8	2,5	2,5	811,19	32	96,06	300	63,02
9		5,5	811,19	16	98,03	300	63,02

### **Analisa Pengukuran Krom total (Cr)**

Selain dilakukan pengukuran Krom total (Cr) setelah adsorpsi juga dilakukan pengukuran kembali konsentrasi Krom total (Cr) awal limbah cair sebelum adsorpsi. Hal tersebut dilakukan berdasarkan adanya

kemungkinan unsur Krom total (Cr) yang mengendap sebelum pengolahan. Berdasarkan hasil pengukuran diketahui bahwa konsentrasi Krom total (Cr) awal sebelum presipitasi yaitu 25,08 mg/L.

Berdasarkan hal tersebut maka efisiensi yang dibutuhkan untuk menyisihkan Krom total (Cr) hingga sesuai dengan baku mutu adalah 92,03%. Hasil perhitungan efisiensi penyisihan Krom total (Cr) setelah melalui metode adsorpsi dapat dilihat pada Tabel 10.

**Tabel 10. Analisa Pengukuran Krom total (Cr)**

No	Berat Adsorben (gram)	Waktu (jam)	Konsentrasi (mg/L)		Efisiensi (%)	Kadar Maksimum (mg/L)	Efisiensi yang Dibutuhkan (%)
			Awal	Akhir			
1	0,5	0,5	25,08	24,34	2,95	2	92,03
2		2,5	25,08	24,87	0,84	2	92,03
3		5,5	25,08	24,92	0,64	2	92,03
4	1,5	0,5	25,08	24,92	0,64	2	92,03
5		2,5	25,08	24,79	1,16	2	92,03
6		5,5	25,08	24,93	0,60	2	92,03
7	2,5	0,5	25,08	24,94	0,56	2	92,03
8		2,5	25,08	25,04	0,16	2	92,03
9		5,5	25,08	24,97	0,44	2	92,03

Berdasarkan Tabel 10 menunjukkan bahwa metode adsorpsi tidak efektif menurunkan konsentrasi Krom total (Cr), yang dapat dilihat dari efisiensi penyisihan Krom total (Cr) yang jauh lebih kecil dari efisiensi yang dibutuhkan sesuai kadar maksimum. Struktur pori adalah faktor utama dalam proses adsorpsi. Distribusi ukuran pori menentukan distribusi molekul yang diserap pada karbon aktif. Molekul yang berukuran besar dapat menutup jalan masuk ke dalam *micropore* sehingga membuat area permukaan yang tersedia untuk menyerap menjadi sia-sia (Puspita, 2008). Berdasarkan hal tersebut penyisihan Krom total (Cr) dengan adsorpsi yang tidak efektif dapat disebabkan oleh molekul senyawa Krom total (Cr) yang lebih besar daripada pori karbon aktif sehingga krom tidak mampu diserap karbon aktif. Pada penelitian ini dapat diketahui penyisihan Krom total (Cr) dengan adsorpsi yang optimal yaitu pada berat 0,5 gram dengan waktu kontak 0,5 jam karena memiliki efisiensi penyisihan yang paling besar dibandingkan dengan variasi yang lain yaitu 2,95%. Kondisi optimal penyisihan krom menunjukkan bahwa meskipun Krom total (Cr) memiliki molekul yang besar namun dengan memakai karbon aktif yang sedikit dan waktu kontak yang sebentar maka akan menyerap logam krom lebih maksimal. Berdasarkan hal tersebut juga dapat dikatakan bahwa semakin banyak karbon aktif dan semakin lama waktu kontak maka logam krom akan terlepas dari karbon aktif sehingga konsentrasi Krom total (Cr) pada limbah cair penyamakan kulit masih sangat tinggi.

- **Kombinasi Presipitasi dan Adsorpsi**

Penelitian utama merupakan proses pengolahan limbah penyamakan kulit dengan gabungan proses presipitasi kimia dan adsorpsi dengan menggunakan kondisi optimum proses presipitasi dan adsorpsi yang telah diperoleh pada penelitian sebelumnya. Kondisi optimum pada presipitasi yaitu pada pH 9 karena memiliki efisiensi penyisihan optimal untuk parameter BOD, COD, dan Krom total (Cr). Kondisi optimum pada adsorpsi yaitu pada berat karbon aktif 0,5 gram dengan waktu kontak 5,5 jam karena memiliki efisiensi penyisihan optimal untuk parameter TSS dan BOD. Pemilihan kondisi optimum ini dilakukan berdasarkan variasi yang terbanyak menyisihkan parameter pencemar. Kondisi optimum ini digunakan untuk penelitian lanjutan yang merupakan gabungan metode presipitasi dan metode adsorpsi.

Penelitian dengan kombinasi proses presipitasi dan adsorpsi dilakukan dengan memakai kondisi optimum presipitasi dan adsorpsi yaitu dengan penambahan presipitan NaOH 10% hingga pH larutan 9 dan berat karbon aktif 0,5 gram dengan waktu kontak 5,5 jam. Data yang didapatkan dari hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 11.

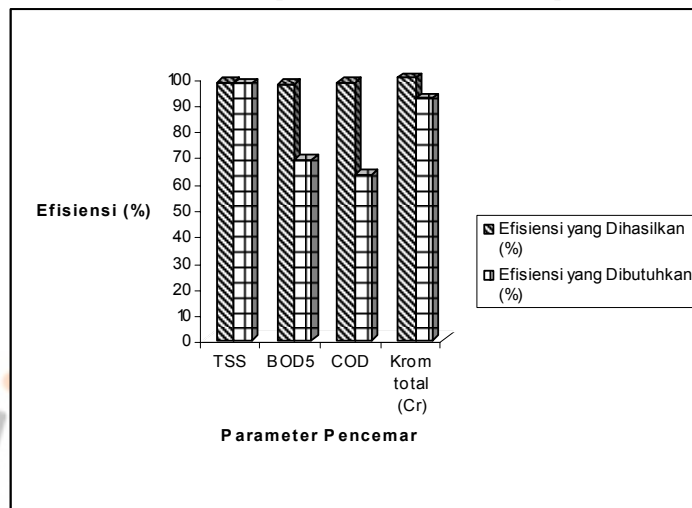


**Tabel 11. Penyisihan Parameter Pencemar dengan Proses Presipitasi dan Adsorpsi**

No	Parameter	Konsentrasi (mg/L)		Efisiensi (%)	*Kadar Maksimum (mg/L)	Efisiensi yang Dibutuhkan (%)
		Awal	Akhir			
1	TSS	6528	132	97,98	150	97,70
2	BOD <sub>5</sub>	475	12,6	97,35	150	68,42
3	COD	811,19	16	98,03	300	63,02
4	Krom total (Cr)	24,4	0,08	99,67	2	91,84

\*Standar baku mutu SK Gub TK. 1 Jawa Barat No 6 Tahun 1999

Berdasarkan hasil penelitian yang disajikan pada Gambar 9 diketahui bahwa efisiensi yang dihasilkan dari kombinasi proses presipitasi dan adsorpsi lebih besar dari efisiensi yang dibutuhkan untuk menurunkan konsentrasi parameter limbah cair penyamakan kulit hingga memenuhi baku mutu. Berdasarkan Tabel 11 terlihat bahwa kualitas air limbah yang dihasilkan setelah mengalami kombinasi kedua proses tersebut telah sesuai dengan baku mutu limbah cair sehingga air dapat dibuang ke badan air penerima.



**Gambar 9. Perbandingan Efisiensi yang dihasilkan dengan Efisiensi yang dibutuhkan**

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian kombinasi proses presipitasi kimia dan adsorpsi karbon aktif efektif menyisihkan parameter pencemar pada air limbah industri penyamakan kulit, hal ini terlihat dari efisiensi yang dihasilkan dari kombinasi proses tersebut telah melebihi efisiensi pengolahan yang dibutuhkan. Konsentrasi akhir pencemar utama yaitu TSS sebesar 132 mg/L, BOD<sub>5</sub> sebesar 12,6 mg/L, COD sebesar 16 mg/L dan Krom total sebesar 0,08 mg/L telah memenuhi Baku Mutu Limbah Cair yang disyaratkan sehingga air limbah aman untuk dibuang ke badan air penerima. Penurunan efisiensi tersebut diperoleh setelah air limbah industri penyamakan kulit tersebut diolah dengan menggunakan proses presipitasi kimia dengan menggunakan presipitan alkali NaOH pada pH optimum 9 serta proses adsorpsi karbon aktif dengan jenis adsorben yang dipergunakan adalah tempurung kelapa seberat 0,5 gram dengan waktu kontak 5,5 jam

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asmadi, dan Endro, dan Oktiawan, (2009). "Pengurangan Chrom (Cr) dalam Limbah Cair Industri Kulit pada Proses Tannery menggunakan Senyawa Alkali Ca(OH)<sub>2</sub>, NaOH, dan NaHCO<sub>3</sub>", *Institut Pertanian Bogor dan Universitas Diponegoro*. Bogor dan Semarang.

- [2] Benefield, Larry. D, and Judkins., JR, Joseph., and Weand, Barron., L, (1982). "Process Chemistry for Water and Wastewater Treatment", Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J.
- [3] Keputusan Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Jawa Barat. 1999. Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri di Jawa Barat. SK-Gubernur-No.6-1999. Jawa Barat.
- [4] Mihelcic, J.R.et al. (1999). Fundamental of Enviromental Engineering. John Wiley & Sons, Inc.
- [5] Nurlaila, Liesda Della. 2008. *Kajian Proses Presipitasi Kimia Terhadap Penurunan Senyawa Orthofosfat pada Efluen Pengolahan Biologi Industri Cangkang Kapsul Berbasisi Gelatin*. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [6] Puspita, Diana. 2008. *Penurunan Konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) Pada Limbah Laundry dengan Menggunakan Reaktor Biosand Filter Disertai dengan Reaktor Activated Carbon*. Tugas Akhir. Program Studi Sarjana Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Jurusan Teknik Lingkungan. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- [7] Schoedder, E.D. 1977. *Water and Wastewater Treatment*. Mc Gramaw Hill, Kogakhusa.
- [8] Sofiany, Rina. 1999. *Efektivitas Biji Moringa oleifera Lam. Dalam Memperbaiki Sifat Fisika-Kimia Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit di Sukaregang, Garut*. Program Studi Biologi Program Pascasarjana. Institut Teknologi. Bandung.

