

**PENGAJIAN EPEKTIFITAS PROSES KOAGULASI  
DALAM MEMPERBAIKI KUALITAS LIMBAH  
INDUSTRI PENYAMAKAN KULIT - SUKAREGANG, GARUT**  
**ASSESSMENT OF THE COAGULATION PROCESS EFFECTIVENESS FOR  
IMPROVEMENT OF THE TANNING WASTE WATER QUALITY  
AT SUKAREGANG - GARUT**

**Moelyadi Moelyo**

Balai Lingkungan Keairan Pusat Litbang Sumber Daya Air  
Jl. Ir. H. Juanda No. 193 Bandung  
E-mail: moelyadimoelyo@yahoo.com

Diterima: 19 Januari 2012; Disetujui: 14 November 2012

**ABSTRAK**

*Pada Daerah Aliran Sungai Cimanuk terdapat sentra industri kecil yang membuang limbah cair langsung ke badan air sungai Ciwalen dan Cigulampeng yang bermuara ke Sungai Cimanuk. Sentra industri kecil dimaksud adalah kawasan industri penyamakan kulit Sukaregang di Kabupaten Garut. Penelitian yang bertujuan untuk mengkaji epektifitas proses koagulasi untuk memperbaiki kualitas air limbah pada sentra industri tersebut. Metode pengolahan limbah cair industri kulit skala laboratorium ini menggunakan teknik variasi koagulasi. Hasil percobaan pengolahan air limbah industri penyamakan kulit, menunjukkan bahwa pengolahan air limbah melalui proses fisika, kimia, biologi relatif epektif menurunkan bahan pencemar TSS, COD, pH. Apabila menggunakan proses fisika (pengendapan) : TSS (87,7 %), COD (50,7 %) dan pH (2,1 %); proses fisika, kimia (dengan AFC) : TSS (99,7 %), COD (77,6 %) dan pH (34,7 %); proses fisika, kimia (dengan AFC), dan Biologi (dengan aerasi) : TSS (98,3%), COD (80,6%), pH (34,7%); dan proses fisika, kimia (dengan AFC) dan biologi (dengan aerasi) dan filtrasi (dengan AcC): TSS (93,3 %), COD (98,7 %) dan pH (33,7 %). Penggunaan koagulan Polimer AFC Alternatif-1 yang mampu menurunkan kadar parameter TSS, Cr dan pH secara signifikan sangat direkomendasikan, meskipun untuk parameter COD penurunan kadarnya belum signifikan karena tingginya kadar COD dalam effluen, sehingga perlu peninjauan ulang kapasitas dan unit proses pengolahan yang ada agar bisa memenuhi kriteria baku mutu limbah cair pada KepMen LH No. 51/MENLH/ 10/19950 dan Keputusan Gubernur KDH Tk.I Provinsi Jawa Barat No.6 Tahun 1999.*

**Kata kunci:** *Epektifitas, penyamakan kulit, sentra industri, sumber pencemaran, koagulan polimer*

**ABSTRACT**

*Many small scaled industrial centers in the Cimanuk catchment area, including the tannery at Sukaregang - Kabupaten Garut, disposes liquid and domestic waste directly into the water body of the tributaries Ciwalen and Cigulampeng which flow into the Cimanuk River. The objective of this research is to evaluate the effectiveness and efficiency of existing WWTP by laboratory scale of physical, chemical, and biological systems with various coagulants. Test results of the tannery industrial waste water treatment at Sukaregang by laboratory scale with various coagulants was treated by physical, chemical, biological process and filtration. These treatments can be relatively effective to decrease pollutants such as TSS, COD, pH when applying the physical process (sedimentation); physical-chemical process (with AFC); and biological process (by aeration); physical-chemical process (with AFC) combined with biological process (by aeration) and filtration (with AcC). However, the AFC-polymer coagulant alternative-1 is recommended as it decreases the value of the parameters TSS, Cr and pH, except decrease of COD was not significant due to needing another technique in order to fulfill the criteria as stated in the decree of the Minister of the Environment No 51/MENLH/10/1995 and decree of the Governor of West Java No 6/1999.*

**Keywords :** *Effectiveness, tannery, industrial center, pollution source, polymer coagulant*

## PENDAHULUAN

Sejalan dengan pertumbuhan industri dan peningkatan produktivitas dengan jenis produksi yang semakin bervariasi, maka industri klasifikasi industri kecil dan rumah tangga diprediksi menjadi sumber pencemaran potensial sumber-sumber air di lingkungan sekitarnya yang pada akhirnya mampu menurunkan mutu badan air penerimanya. Pengendalian sumber penghasil limbah akan semakin kompleks dikarenakan jenis proses, bahan baku dan kapasitas produksi yang tidak terjadwal secara teratur.

Pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Cimanuk terdapat sentra industri kecil yang membuang limbah cair dan limbah domestiknya langsung ke badan air anak Sungai Ciwalen dan Cigulampeng yang bermuara ke sungai Cimanuk. Sentra industri kecil yang dimaksud adalah kawasan industri penyamakan kulit Sukaregang di Kabupaten Garut, merupakan sumber pencemar paling potensial yang dapat menurunkan kualitas air anak sungai dan Sungai Cimanuk. Upaya pengendalian pencemaran air telah ada, antara lain melalui Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) terpadu yang dibangun oleh Kementerian Lingkungan Hidup dengan proses fisika, kimia, biologi dan/ gabungan proses fisika kimia dan biologi. Namun instalasi sudah tidak berjalan lagi, karena masalah teknis operasional terkait bahan kimia pengolah air limbah di antaranya bahan koagulan untuk proses koagulasinya.

Koagulasi merupakan proses destabilisasi muatan partikel koloid, *suspended solid* halus dengan penambahan koagulan disertai dengan pengadukan cepat untuk mendispersikan bahan kimia secara merata. Dalam suatu suspensi, koloid tidak mengendap (bersifat stabil) dan terpelihara dalam keadaan terdispersi, karena mempunyai gaya elektrostatis yang diperolehnya dari ionisasi bagian permukaan serta absorpsi ion-ion dari larutan sekitar.

Pada dasarnya koloid terbagi dua, yakni koloid hidrofilik yang bersifat mudah larut dalam air (*soluble*) dan koloid hidrofobik yang bersifat sukar larut dalam air (*insoluble*). Bila koagulan ditambahkan ke dalam air, reaksi yang terjadi antara lain adalah:

- 1 Pengurangan Zeta Potensial (potensial elektrostatis) hingga suatu titik dimana gaya van der Waals dan agitasi yang diberikan menyebabkan partikel yang tidak stabil bergabung serta membentuk flok;

- 2 Agregasi partikel melalui rangkaian inter partikulat antara grup reaktif pada koloid;
- 3 Penangkapan partikel koloid negatif oleh flok-flok hidroksida yang mengendap.

Dalam rangka mengkaji dan mengevaluasi kompleksitas permasalahan air limbah industri, di kawasan industri penyamakan kulit Sukaregang tersebut di atas, maka dilakukan pengkajian efektivitas proses koagulasi dalam upaya memperbaiki kualitas limbah industri kulit, sehingga dapat menunjang optimalisasi instalasi pengolahan air limbah industri, yang telah ada.

Penelitian yang bertujuan untuk mengkaji efektivitas koagulan untuk memperbaiki kualitas air limbah industri kulit dalam upaya pengendalian pencemaran air S. Ciwalen, S. Cigulampeng dan badan air penerima keduanya Sungai Cimanuk.

Penelitian berlokasi di kawasan Industri Kulit Sukaregang, Kecamatan Garut Kota, Kabupaten Garut sebagaimana diperlihatkan dalam Gambar 1, sedangkan lokasi pengambilan contoh air limbah diuraikan Tabel 1 berikut.

## KAJIAN PUSTAKA

### Kondisi umum daerah penelitian

Secara geografis Kota Garut terletak pada 07°11'30" LS dan 107°52' - 107°57' BT, dengan batas administrasi sebagai berikut :

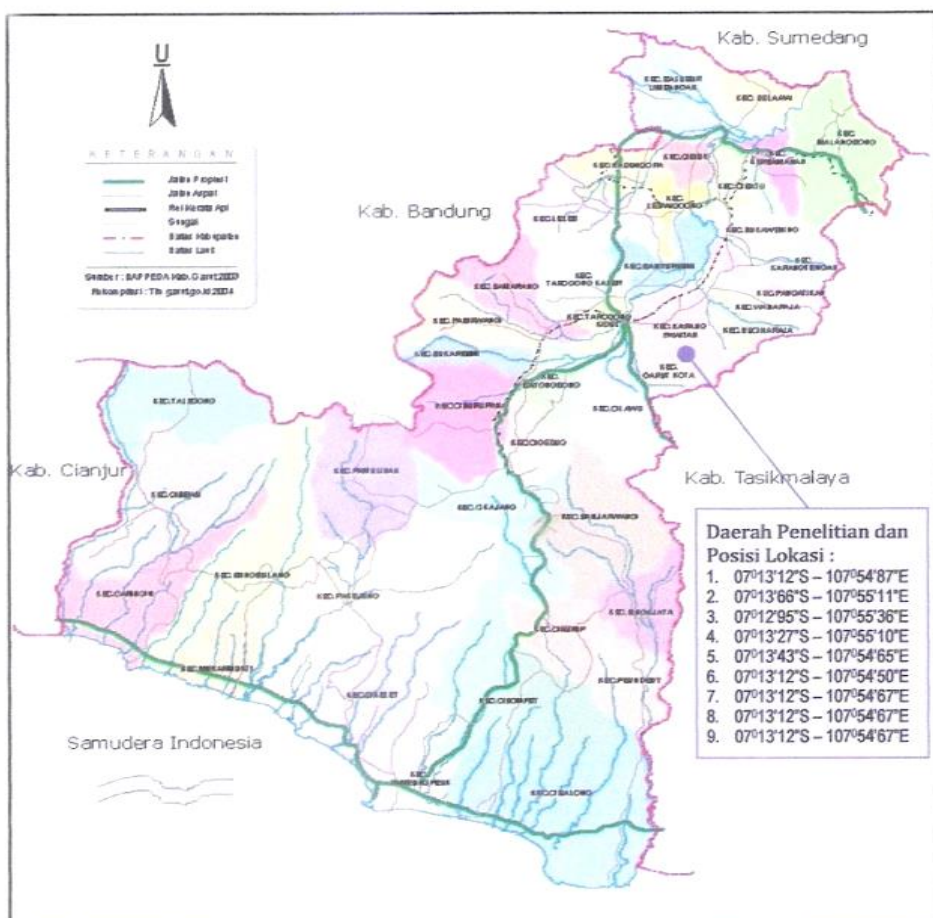
- 1 Sebelah Utara: Kecamatan Banyuwangi
- 2 Sebelah Timur: Kecamatan Karangpawitan
- 3 Sebelah Selatan: Kecamatan Cilawu
- 4 Sebelah Barat: Kecamatan Samarang

Keadaan topografi wilayah Kota Garut merupakan dataran di kaki gunung, dengan ketinggian tanah mencapai 500 - 750 m di atas permukaan laut (dpl). Sekitar 2846.04 ha atau 60% dari wilayah Kota Garut berada pada ketinggian 750 meter dpl.

Menurut Dinas Tata Ruang Kabupaten Garut (2000), kawasan Sukaregang secara administratif berada dalam 6 wilayah kelurahan yaitu Regol, Ciwalen, Kota Wetan, Kota Kulon, Cimuncang dan Suci, untuk kawasan industri hanya seluas 79,750 ha ini di luar Kelurahan Suci. Dari luas lahan kawasan industri 79.750 ha, terbagi atas daerah terbangun 34.888 ha (34,75 %) dan daerah tidak terbangun 44.862 ha (56,25 %). Luas daerah permukiman mencapai 24.322 ha (69,71 % dari luas kawasan terbangun, terbagi atas permukiman, perdagangan, jasa dan industri penyamakan kulit.

**Tabel 1** Daftar lokasi pengambilan contoh untuk pengkajian efektivitas proses koagulasi

No.	Sumber Air Limbah	Lokasi Pengambilan Contoh	Posisi Geografis
1	Industri 1	Jl. Gagak Lumayung, Sukaregang, Garut	07°13'12"S 107°54'87"E
2	Industri 2	Jl. Gagak Lumayung, Kota Wetan, Garut	07°13'66"S 107°55'11"E
3	Industri 3	Jl. Sudirman, Kota Wetan, Garut	07°12'95"S 107°55'36"E
4	Industri 4	Jl. Gagak Lumayung, Kota Wetan, Garut	07°13'27"S 107°55'10"E
5	Industri 5	Jl. Gagak Lumayung, Kota Wetan, Garut	07°13'43"S 107°54'65"E
6	Industri 6	Jl. Gagak Lumayung, Kota Wetan, Garut	07°13'12"S 107°54'50"E
7	Industri 7	Jl. Gagak Lumayung, Kota Wetan, Garut	07°13'12"S 107°54'67"E
8	Industri 8	Jl. Gagak Lumayung, Kota Wetan, Garut	07°13'12"S 107°54'67"E
9	Industri 9	Jl. Gagak Lumayung, Kota Wetan, Garut	07°13'12"S 107°54'67"E



**Gambar 1** Daerah penelitian di Kawasan Industri Kulit Sukaregang – Kabupaten Garut

**Sistem pembuangan air limbah**

Air limbah di kawasan industri Sukaregang terbagi atas dua jenis air limbah (limbah domestik dan limbah industri). Pengelolaan limbah domestik yang dilakukan masyarakat adalah sistem individual dengan menggunakan sarana kakus tuang siram. Sedangkan untuk pengelolaan limbah domestik sistem komunal (bersifat *cost recovery*) telah dibangun di Desa Kota Wetan dan Regol dalam bentuk MCK maupun Jamban Jamak.

Menurut BLH-K Kabupaten Garut (2007), dari sekitar 300 industri yang ada, menghasilkan limbah cair yang dinilai berbahaya. Sedangkan PT. Putra Setia (2007) menunjukkan, bahwa jumlah bahan baku industri pengolahan kulit tersebut tidak kurang 660 ton, menggunakan alat pengolah kulit sejenis Molen sebanyak 83 buah. Dari 83 molen, telah dihasilkan limbah cair sebanyak 892,88 m<sup>3</sup>/hari. Hal ini membuat keberadaan limbah di kawasan industri ini, oleh masyarakat dinilai mengganggu kelestarian lingkungan, karena umumnya air limbah dibuang ke badan air tanpa pengolahan yang memadai. Sebagai ilustrasi

produksi limbah industri di kawasan Industri Sukaregang diuraikan pada Tabel 2.

**Proses koagulasi**

Secara umum proses koagulasi adalah pembubuhan bahan kimia ke dalam air limbah yang akan diolah dengan maksud agar partikel-partikel yang susah mengendap dalam air mengalami destabilisasi dan saling berikatan membentuk flok yang lebih besar dan berat, sehingga mudah mengendap di bak sedimentasi dan atau bak filtrasi.

Menurut Sudarmo (2004), di dalam proses koagulasi pada pengolahan air limbah, apabila kekuatan ionik dalam air sangat kecil sehingga menyebabkan kondisi koloid stabil. Sehingga koloid susah saling berikatan, karena memiliki muatan yang sama. Untuk itu, diperlukan proses koagulasi agar destabilisasi koloid terjadi. Ada beberapa daya yang menyebabkan koloid stabil, antara lain adanya gaya elektrostatis, yaitu gaya tolak-menolak terjadi jika koloid-koloid mempunyai muatan sejenis.

**Tabel 2** Fasilitas pengolahan limbah dan produksi limbah di Kawasan Industri Sukaregang

No.	Zona	Grup	Bak Pengendap Awal		Jumlah Molen (bh)	Bahan Baku	Produksi Limbah (m <sup>3</sup> /hari)
			Ukuran (m)	Luas (m <sup>2</sup> )			
1	I	1	15,00 x 15,00	225,00	8	47,00	121,2
2	I	2	18,00 x 18,00	324,00	10	51,50	191,48
3	I	3	10,00 x 10,00	100,00	10	17,50	53,72
4	I	4	18,00 x 18,00	324,00	0	50,00	18887,44
5	II	1	15,00 x 15,00	225,00	0	2,00	25,60
6	II	2	10,00 x 10,00	100,00	0	8,00	46,18
7	II	3	14,50 x 14,50	210,25	0	45,40	109,10
8	II	4	12,50 x 12,50	156,25	1	15,50	82,51
9	II	5	8,00 x 8,00	64,00	0	3,00	24,99
10	II	6	-	-	3	22,00	49,94
11	III	1	18,00 x 18,00	324,00	10	65,00	-
12	III	2	21,50 x 21,50	462,25	0	33,00	-
13	III	3	-	-	1	11,70	-
14	IV	1	9,00 x 9,00	81,00	0	25,00	-
15	IV	2	8,00 x 8,00	64,00	0	6,00	-
16	IV	3	12,00 x 12,00	144,00	0	24,50	-
17	IV	4	14,50 x 14,50	210,25	2	23,00	-
18	V	1	16,00 x 16,00	256,00	9	56,00	-
19	V	2	15,00x15,00	225,00	1	27,50	-
20	V	3	12,00 x 12,00	144,00	4	31,00	-
21	VI	1	17,50 x 17,50	306,25	10	55,50	-
22	VI	2	10,50 x 10,50	110,25	5	40,00	-
TOTAL				4055,50	83	660,10	892,88

Sumber: Dinas Perindustrian Kab. Garut (1999)

Untuk menghilangkan kondisi stabil tersebut, maka harus mengubah gaya interaksi di antara koloid dengan pembubuhan bahan kimia yang berfungsi sebagai donor muatan, supaya gaya tarik-menarik menjadi lebih besar.

Ada 3 (tiga) faktor yang menentukan keberhasilan suatu proses koagulasi yaitu:

- 1) Jenis bahan kimia koagulan yang dipakai;
- 2) Dosis pembubuhan bahan kimia;
- 3) Pengadukan dari bahan kimia.

Ketiga faktor ini saling berkaitan antara satu dengan lainnya. Penentuan ketiga faktor tersebut harus dilakukan pertimbangan yang baik. Jenis bahan koagulan yang umum dipakai, antara lain:

- 1) Koagulan garam logam  
Contoh: alumunium sulfat  $Al_3(SO_4)_2 \cdot 14 H_2O$ ; feri klorida ( $FeCl_3$ ); fero klorida ( $FeCl_2$ ); feri sulfat  $Fe_2(SO_4)_3$
- 2) Koagulan polimer kationik  
Contoh: alumunium formulasi klorida, AFC; poli alumunium klorida, PAC.

### Proses flokulasi

Proses flokulasi ini dalam pengolahan air limbah, bertujuan untuk mempercepat proses penggabungan flok-flok yang telah dibibitkan pada proses koagulasi. Partikel yang telah stabil saling bertumbukan dan melakukan proses tarik-menarik, kemudian membentuk flok yang ukurannya makin lama makin besar dan mudah mengendap.

Kecepatan pengadukan merupakan faktor penting dalam proses flokulasi. Jika kecepatan terlalu tinggi, gaya geser yang timbul akan mencegah pembentukan flok, sebaliknya jika terlalu rendah, proses penggabungan antar partikulat tidak akan terjadi dan flok besar mudah mengendap akan sulit dihasilkan.

Untuk itu nilai kecepatan proses flokulasi dianjurkan berkisar antara 90 RPM/menit hingga 30 RPM/menit. Untuk mendapatkan flok besar dan mudah mengendap, umumnya proses flokulasi terbagi 3 bilik, dimana pada bilik ke 1 akan terjadi pendewasaan flok, bilik ke 2 akan terjadi proses penggabungan flok dan bilik ke 3 terjadi pemadatan flok.

Pada proses pengadukan ini, pengadukan lambat pada proses flokulasi dapat dilakukan dengan metode yang sama, dengan pengadukan cepat pada proses koagulasi, perbedaannya terletak pada graduasi kecepatan dimana pada proses flokulasi nilai graduasi kecepatan lebih kecil dibandingkan dengan graduasi kecepatan pada proses koagulasi. (Bulekbasandi, 2009).

### Proses jartest

Jartest adalah suatu percobaan yang berfungsi untuk menentukan dosis optimal dari koagulan, digunakan pada proses pengolahan air, untuk mengevaluasi koagulan dan flokulan dan mencari pH optimal (Hanum, 2002).

Kekeruhan air dapat dihilangkan melalui pembubuhan koagulan. Umumnya koagulan tersebut berupa  $Al_2(SO_4)_3$ , namun dapat pula berupa garam  $FeCl_3$  atau poly-elektrolit organik.

Selain pembubuhan koagulan diperlukan pengadukan sampai terbentuk flok, dimana flok ini membantu mengumpulkan partikel-partikel kecil dan koloid yang tumbuh yang akhirnya bersama-sama mengendap. Standar nasional untuk metode pengujian koagulasi flokulasi, dengan Cara Jartest yang telah menjadi standar nasional yaitu SNI 19-6449-2000.

Dalam hal ini, termasuk cara kerja umum untuk pengolahan air, dalam rangka mengurangi bahan-bahan terlarut, koloid dan yang tidak mengendap dalam air dengan menggunakan bahan kimia dalam proses koagulasi flokulasi, yang dilanjutkan dengan pengendapan secara gravitasi. Uji koagulasi flokulasi dilaksanakan untuk menentukan dosis bahan-bahan kimia dan persyaratan yang digunakan untuk memperoleh hasil optimum. Variabel-variabel utama yang dikaji sesuai dengan yang disarankan, termasuk: bahan kimia pembantu, pH, temperatur dan persyaratan tambahan dan kondisi campuran (Hanum,2002)

Prosedur kerja dari cara Jartest adalah, sebagai berikut :

- 1) diambil contoh air limbah kira-kira 5 liter;
- 2) diukur pH dan kekeruhan awal dari air limbah;
- 3) sediakan 6 buah piala gelas dan masing-masing diisi dengan 500 ml air limbah;
- 4) masukkan koagulan konsentrasi 1 %, dengan variasi dosis koagulan tergantung pada spesi yang terkandung dalam air limbah;
- 5) simpan piala gelas pada alat flokulator;
- 6) aduk pada kecepatan 140 RPM selama 5 menit;
- 7) pengadukan dilanjutkan sampai kecepatan 40 RPM selama 10 menit
- 8) diamkan selama 15 - 30 menit;
- 9) ukur pH, kekeruhan dan parameter lainnya sesuai kriteria baku mutunya.

### Perhitungan penambahan koagulan

Rumus empirik untuk penambahan koagulan yaitu:

$$koagulan(mL) = \frac{koagulan(ppm) \times contoh(mL)}{kadarbahanpolu \tan(ppm)}$$

Suatu larutan koloid yang mengandung partikel-partikel kecil koloid dapat dianggap stabil bila:

- 1 partikel-partikel kecil ini terlalu ringan untuk mengendap dalam dalam waktu yang pendek (beberapa jam);
- 2 partikel-partikel tersebut tidak dapat menyatu, bergabung dan menjadi partikel yang lebih besar dan berat, karena muatan elektris pada permukaan elektrostatis antara partikel satu dengan yang lainnya.

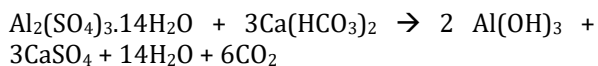
Dengan pembubuhan koagulan ke larutan, maka stabilitas akan terganggu karena:

- 1 sebagian kecil koagulan tinggal larut dalam air, molekul ini dapat menempel pada permukaan koloid dan mengubah muatan elektrisnya, karena molekul Al bermuatan positif sedangkan koloid bermuatan negatif (pada pH 5-8);
- 2 sebagian besar koagulan yang tidak larut akan mengendap sebagai flok  $Al(OH)_3$  yang dapat mengurung koloid dan membawanya ke bawah.

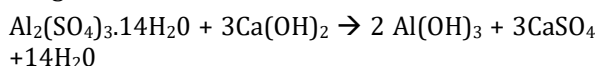
Dalam proses flokulasi menggunakan Jartest, akan terdiri dari tiga langkah:

- 1 pelarutan reagen melalui pengadukan cepat (100 RPM, 1 menit);
- 2 pengadukan lambat untuk membentuk dan menggembung flok (60 RPM, 10 menit);
- 3 pemisahan flok-flok dengan koloid yang terkurung dari larutan melalui pengendapan.

Reaksi kimia untuk menghasilkan flok adalah:



Pada air yang mempunyai kebasaaan yang tidak mencukupi untuk bereaksi dengan koagulan, maka perlu ditambahkan larutan basa biasanya dengan menambah kalsium hidroksida.



Derajat keasaman, pH yang optimum untuk koagulan berkisar antara 4,5 hingga 8, karena alumunium hidroksida relatif tidak terlarut.

### **Kegunaan jartest dalam pengolahan air dalam proses koagulasi**

Air mengandung partikel-partikel koloid yang terlalu ringan untuk mengendap dalam waktu singkat. Partikel-partikel koloid tersebut tidak dapat menyatu menjadi partikel yang lebih besar karena pada umumnya partikel tersebut bermuatan elektris yang sama, sehingga dibutuhkan penambahan bahan kimia seperti koagulan yang dapat mendestabilkan partikel-partikel koloidal. Koagulasi adalah proses adsorpsi dari koagulan terhadap partikel koloid sehingga menyebabkan destabilisasi partikel. Proses ini biasa disebut proses netralisasi (Risdiyanto, 2007).

Pada proses koagulasi *jartest* digunakan untuk mencari bahan kimia apa yang cocok untuk air limbah tertentu dan beberapa dosis yang dibutuhkan untuk memperoleh hasil yang optimal. Proses koagulasi ini dengan pengadukan cepat supaya terjadi turbulensi yang baik agar bahan kimia dapat menangkap partikel-partikel koloid. Pengadukan cepat hanya dilakukan sebentar saja  $\pm$  30-60 detik (Risdiyanto, 2007).

### **Dalam proses flokulasi**

Setelah selesai dengan proses koagulasi, proses yang terjadi dilanjutkan pada tahap ke dua yaitu proses flokulasi dimana terjadi penggabungan partikel-partikel yang tidak stabil sehingga membentuk flok yang lebih besar dan lebih cepat dapat dipisahkan. Sering kali flok yang terbentuk tidak begitu bagus sehingga dibutuhkan bahan kimia tambahan yang dapat membantu penggabungan flok-flok tersebut sehingga menjadi flok yang lebih besar.

Flokulasi dilakukan pada pengadukan lambat dengan waktu 5-30 menit. Proses koagulasi, flokulasi dapat dijelaskan dengan teori jembatan kimia (Risdiyanto, 2007).

## **METODOLOGI**

### **Bahan dan peralatan**

- 1 Air limbah industri kulit Sukaregang, dari 9 lokasi dipilih secara acak, pengambilan contoh air limbah dilakukan berdasarkan SNI 6989-59-2008
- 2 Koagulan :
  - a) Alum Sulfat,  $Al_2 SO_4$  berupa bahan padat berbentuk powder
  - b) Ferro Sulfat,  $FeSO_4$  bahan cair berbentuk larutan garam besi
  - c) Kapur, CaO bahan padat berbentuk powder
  - d) *Aluminium Formulation Chloride*, AFC bahan berbentuk larutan polimer
- 3 Alat :
  - a) *Jartest Equipment*
  - b) pH Meter
  - c) *Conductivity Meter*
  - d) *Turbidity Meter*
  - e) *Thermometer*
  - f) Peralatan gelas: gelas piala, gelas ukur, erlenmeyer, pengaduk dsb.

### **Pemeriksaan kualitas air limbah**

Metode pemeriksaan kualitas air limbah industri kulit dilakukan berdasarkan Metode Standar Nasional Indonesia (SNI) dan *Standard Method for the Examination of Water and Wastewater*, APHA/AWWA 2005. Sedangkan proses pengambilan contoh air limbah industri berdasarkan pada Metode Pengambilan Contoh Air Limbah SNI 6989.59-2008.

Tabel 3 menunjukkan dasar penilaian kualitas air limbah industri penyamakan kulit yaitu kriteria baku mutu limbah cair industri kulit menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. Kep-51/MENLH/10/1995, tentang Baku Mutu Limbah Cair (BMLC) Bagi Kegiatan Industri.

**Tabel 3** Baku Mutu Limbah Industri Kulit Menurut KEPMEN LH No. KEP-51/MENLH/10/1995

Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)	Beban Pencemaran Maksimum (kg/ton)
BOD <sub>5</sub>	150	10,5
COD	300	21,0
TSS	150	10,5
Sulfida (sbg H <sub>2</sub> S)	1,0	0,07
Krom total (Cr)	2,0	0,14
Minyak & Lemak	5,0	0,35
Amonia total	10,0	0,70
pH	6,0 – 9,0	
Debit Limbah Maksimum	70 m <sup>3</sup> per ton bahan baku	

### Percobaan dengan cara jartest

Percobaan yang berfungsi: untuk menentukan dosis optimal dari koagulan yang digunakan pada proses pengolahan air; untuk mengevaluasi efektivitas efisiensi koagulan; dan untuk mencari pH optimal dan menurunkan bahan-bahan yang terlarut, koloid dan tidak mengendap dalam air, yang dilanjutkan pengendapan secara gravitasi.

Metode percobaan cara jartest berdasarkan pada SNI 19-6449-2000. Variabel utama yang dikaji cara Jartest, antara lain: bahan kimia pembantu, pH, temperatur serta persyaratan tambahan dan kondisi campuran (Hanum, 2002).

Metoda uji cara jartest, mampu untuk mencari bahan kimia yang cocok untuk air limbah tertentu (industri kulit) dan dosis yang dibutuhkan untuk memperoleh hasil yang optimal. Pengadukan cepat dalam proses koagulasi, supaya terjadi turbulensi sehingga bahan kimia dapat menangkap partikel koloid yang dilakukan selama 30-60 detik.

Proses flokulasi merupakan lanjutan dari proses koagulasi, agar penggabungan partikel yang tidak stabil membentuk flok yang lebih besar dan lebih cepat dapat dipisahkan. Proses flokulasi dilakukan pada pengadukan lambat dengan waktu 5-30 menit (Risdiyanto, 2007).

Prosedur kerja dari pengujian cara Jartest adalah sebagai berikut:

- 1 diambil contoh air limbah sebanyak 5 liter;
- 2 diukur pH dan kekeruhan awal;

- 3 sediakan 6 buah piala gelas dan masing-masing diisi dengan 500 ml air limbah;
- 4 masukkan koagulan konsentrasi 1 %, untuk variasi dosis koagulan tergantung pada spesi yang terkandung dalam air limbah;
- 5 simpan piala gelas pada posisi alat flokulator;
- 6 aduk pada kecepatan 140 rpm (5 menit);
- 7 pengadukan dilanjutkan dengan kecepatan 40 rpm selama 10 menit;
- 8 didiamkan selama 15 - 30 menit;
- 9 ukur pH, kekeruhan dan parameter lainnya sesuai kriteria baku mutunya.

Suatu larutan yang mengandung partikel kecil koloid dianggap stabil, bila:

- 1 partikel terlalu ringan untuk mengendap dalam dalam waktu relatif pendek;
- 2 partikel tidak dapat menyatu/bergabung menjadi partikel yang lebih besar dan berat.

Dengan pembubuhan koagulan, menjadikan stabilitas akan terganggu karena:

- 1 koagulan sebagian tinggal dan larut dalam air, menempel pada permukaan koloid dan mengubah muatan elektrisnya, karena perbedaan muatan molekul Al<sup>+</sup> dari koagulan dan muatan negatif dari koloid (pada pH 5-8);
- 2 koagulan umumnya tidak larut dalam air dan mengendap sebagai flok Al(OH)<sub>3</sub> yang dapat membawa koloid mengendap.

### Percobaan pengolahan air limbah

Telah banyak teknologi pengolahan air limbah industri yang dapat diterapkan, namun semua tergantung dari jenis dan karakteristik limbah itu sendiri dan bahan pengolahannya., Untuk itu, ketergantungan pada sifat kimia, fisik dan biologi air limbah, yang perlu dikaji secara seksama, terutama segi pra-proses karena terkait dengan karakteristik air limbah.

Adapun prinsip dari perlakuan yang dilakukan secara kontinu dalam percobaan pengolahan air limbah industri kulit di laboratorium, adalah:

- 1 percobaan sedimentasi: 5 L air limbah industri kulit gabungan diendapkan selama 1 jam, supernatan hasil pengendapan selanjutnya digunakan untuk percobaan koagulasi;
- 2 percobaan proses koagulasi dan flokulasi yang dilakukan dengan cara Jartest, menggunakan gelas piala 500 mL;
- 3 percobaan aerasi yang dilakukan menggunakan alat Aerator; dan
- 4 percobaan filtrasi/penyaringan dilakukan menggunakan karbon aktif.

Dalam penelitian ini, percobaan yang dilakukan adalah pengolahan air limbah industri kulit secara individual, dengan metode variasi

koagulan melalui pengkajian efektivitas proses koagulasinya. Percobaan merupakan teknik pengolahan air limbah industri kulit sederhana, yang bisa diterapkan di lapangan, baik secara individual atau gabungan, karena menggunakan bahan kimia umum, ekonomis dan ketersediaan bahan di pasaran.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil penelitian di lapangan

#### 1) Kondisi lingkungan daerah studi

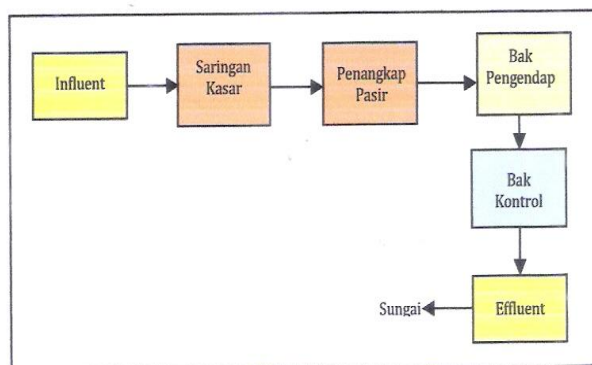
Kota Garut dengan luas administratif 153,90 km<sup>2</sup>, pada tahun 2001 diketahui terdapat sekitar 262 industri penyamakan kulit dan terbanyak di Kecamatan Karang Pawitan.

Menurut Pusat Litbang Sumber Daya Air (2008) status jumlah industri kulit pada bulan Mei 2008 adalah sebanyak 131 industri kulit, penurunan jumlah ini selain diakibatkan krisis ekonomi juga karena relokasi industri. Umumnya, tata guna lahan di Kabupaten Garut merupakan daerah pertanian yang diperkirakan seluas 28.900 ha, terdiri atas irigasi teknis dan tadah hujan, sumber air irigasi tersebut diperoleh melalui pemanfaatan air yang berasal dari sistem jaringan irigasi Sungai Cimanuk.

Industri di daerah Sukaregang rata-rata tidak mempunyai sarana IPAL yang memadai, yaitu hanya mempunyai bak penampung dan dibuang ke Sungai Ciwalen dan Cigulampeng yang bermuara ke Sungai Cimanuk. Sumber air untuk proses produksi diperoleh dari air tanah, sumur bor, sungai dan kolam. Berdasarkan pengamatan di lapangan, wawancara dan data sekunder, kebutuhan air untuk proses produksi rerata berkisar 10 - 20 m<sup>3</sup>/hari dengan kapasitas produksi berkisar 500 - 1500 kg/hari.

#### 2) Fasilitas Instalasi Pengolahan Air limbah (IPAL) yang telah ada

Berdasarkan hasil studi PD. Putra Setra (2007), pada kawasan industri kulit Sukaregang Garut sebagian besar industri hanya memiliki instalasi pengolahan air limbah proses fisika yang berupa bak sedimentasi (Gambar 2). Selain daripada itu di kawasan Sukaregang telah ada 3 (tiga) IPAL gabungan dari beberapa industri yang memiliki proses fisika, kimia, biologi (Gambar 3).



**Gambar 2** Skema Instalasi Pengolahan Air Limbah industri proses fisika

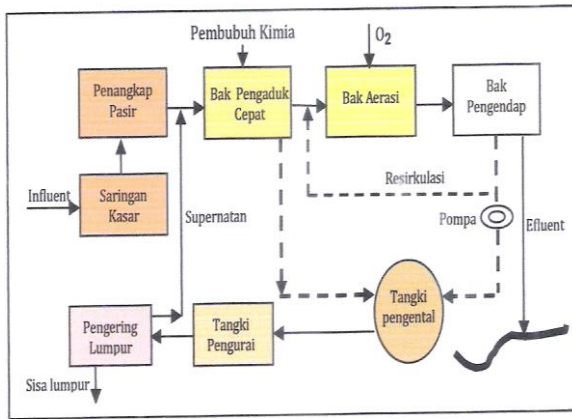
Proses pengolahan dan kapasitas masing-masing IPAL yang telah ada ini adalah :

- 1) IPAL-1: proses fisika, kimia dan biologi, kapasitas pengolahan = 20 m<sup>3</sup>/jam (rata-rata 15-25 m<sup>3</sup>/jam), terdiri dari unit: penampung/ekualisasi, aerasi, pengaduk cepat, pengaduk lambat, alat ukur debit, pengendap dan pengering lumpur.
- 2) IPAL-2: proses fisika, kimia dan biologi, kapasitas Pengolahan= 15 m<sup>3</sup>/jam (rata-rata 15-20 m<sup>3</sup>/jam), terdiri dari unit: ekualisasi, pengaduk cepat dan lambat, aerasi, pengendap dan pengering lumpur.
- 3) IPAL-3: proses fisika, kimia, biologi dan filtrasi, kapasitas Pengolahan= 20 m<sup>3</sup>/jam (rata-rata 15-25 m<sup>3</sup>/jam) terdiri dari unit: saringan kasar, saringan halus, ekualisasi, pengaduk cepat, pengaduk lambat, bak pengendap, aerasi, filtrasi pasir, penampung akhir, pengering lumpur.

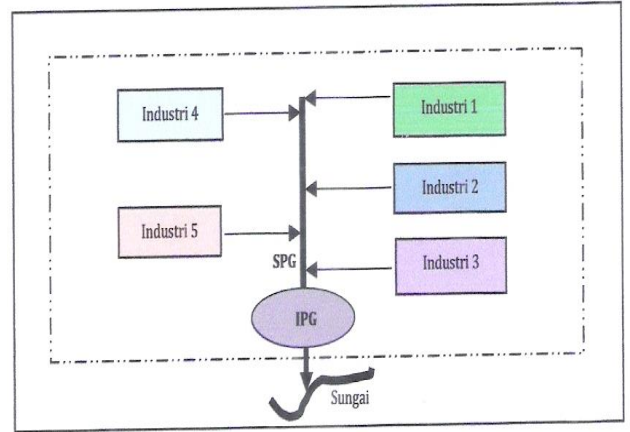
Namun demikian, IPAL Kulit yang telah ada dan terpasang tersebut, secara teknis belum operasional untuk mengolah air limbah industri, karena kendala bahan dan biaya operasional.

### Kualitas air limbah industri kulit

Sesuai dengan karakteristik air limbah industri penyamakan kulit di Sukaregang, telah dilakukan percobaan efektivitas proses koagulasi terhadap air limbah adalah buangan gabungan setiap *unit process* produksi 9 industri penyamakan kulit. Hasil pemeriksaan kualitas air limbah dari 9 lokasi industri, yang pengambilan contohnya dilakukan selama siklus produksi (12 jam) seperti diuraikan pada Tabel 4.



Gambar 3a Skema Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Individual



Gambar 3b Skema Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Gabungan

Tabel 4 Hasil Pemeriksaan Air Limbah Industri Penyamakan

No.	Parameter	Satuan	Pengulangan Pemeriksaan Setiap 12 jam				
			1	2	3	4	5
<b>Air Limbah Industri 1</b>							
1	pH	-	7,6	7,4	6,9	5,4	5,6
2	Total Suspended Solid	mg/L	199	176	215	216	177
3	COD	mg/L	1198	1104	1156	1166	1124
4	Kromium total, Cr	mg/L	2,02	1,22	1,02	1,23	1,55
<b>Air Limbah Industri 2</b>							
1	pH	-	9,9	8,9	7,8	7,8	7,5
2	Total Suspended Solid	mg/L	124	422	268	286	266
3	COD	mg/L	2294	1204	1126	2105	2105
4	Kromium total, Cr	mg/L	1,3	1,1	0,95	0,56	0,23
<b>Air Limbah Industri 3</b>							
1	pH	-	8,6	8,5	8,2	7,6	7,9
2	Total Suspended Solid	mg/L	286	286	274	225	228
3	COD	mg/L	1123	1102	1895	2156	2150
4	Kromium total, Cr	mg/L	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
<b>Air Limbah Industri 4</b>							
1	pH	-	9,5	9,2	9,6	8,9	9,1
2	Total Suspended Solid	mg/L	625	556	452	666	584
3	COD	mg/L	2350	2290	2254	2360	2324
4	Kromium total, Cr	mg/L	4,6	7,6	8,5	9,2	5,6
<b>Air Limbah Industri 5</b>							
1	pH	-	7,6	7,2	7,8	7,8	7,2
2	Total Suspended Solid	mg/L	226	226	224	375	365
3	COD	mg/L	3260	3265	2978	2295	3244
4	Kromium total, Cr	mg/L	< 0,10	< 0,10	0,21	0,22	0,23
<b>Air Limbah Industri 6</b>							
1	pH	-	7,6	7,8	7,6	7,8	7,9
2	Total Suspended Solid	mg/L	126	125	233	142	145
3	COD	mg/L	1045	1146	1052	1246	1548
4	Kromium total, Cr	mg/L	< 0,10	3,2	< 0,10	3,4	< 0,10
<b>Air Limbah Industri 7</b>							
1	pH	-	8,9	9,1	9,2	9,4	8,8
2	Total Suspended Solid	mg/L	420	444	324	336	324
3	COD	mg/L	280	298	322	265	355
4	Kromium total, Cr	mg/L	2,3	1,2	3,1	1,5	1,6
<b>Air Limbah Industri 8</b>							
1	pH	-	7,6	7,6	9,9	7,3	7,2
2	Total Suspended Solid	mg/L	244	378	384	124	321
3	COD	mg/L	260	290	398	420	422
4	Kromium total, Cr	mg/L	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
<b>Air Limbah Industri 9</b>							
1	pH	-	7,6	8,4	8,2	6,8	7,9
2	Total Suspended Solid	mg/L	570	188	246	202	256
3	COD	mg/L	1345	1825	3665	2562	2235
4	Kromium total, Cr	mg/L	11,2	2,31	29,5	13,4	14,3

**Hasil percobaan pengolahan air limbah industri kulit**

Adapun prinsip dari perlakuan yang dilakukan dalam percobaan efektivitas koagulan dalam proses pengolahan air limbah industri kulit di laboratorium, yaitu: a) percobaan sedimentasi, partikel tersuspensi/ koloid dalam air limbah industri kulit; b) percobaan koagulasi dan flokulasi air limbah menggunakan variasi koagulan; c) percobaan aerasi; pengolahan biologis dengan pemompaan udara ke dalam air limbah; dan d) percobaan kombinasi pengolahan air limbah industri kulit (sedimentasi, filtrasi, koagulasi, flokulasi dan aerasi).

1) Percobaan-1 : proses sedimentasi

Dalam percobaan ini digunakan 1 Liter air limbah campuran, proses produksi industri kulit dari 9 industri yang diamati, baku air limbah industri kulit untuk proses percobaan ini, kemudian dilakukan pengendapan dengan waktu pengendapan (Tsed) ≈ 1 jam.

Dari hasil proses pengendapan dapat diketahui bahwa volume lumpur yang mengendap 30 mL, sedangkan hasil pemeriksaan parameter kualitas air dari supernatan yang dalam percobaan ini sebagai baku air limbah adalah sebesar 9770 mg/L (bahan pencemar organik, COD), 3970 mg/L (total suspended solid, TSS), 1,26 mg/L (logam kromium, Cr) dan 9.5 (derajat keasaman, pH), sebagaimana diuraikan dalam Tabel 5 berikut.

**Tabel 5** Hasil Pemeriksaan Kualitas Air Limbah pada Percobaan 1 : Proses Sedimentasai

No.	Parameter	Satuan	Lama Pengendapan (Jam )	Kualitas Air Supernatan
1	COD	mg/L	1,0	9.770
2	TSS	mg/L	1,0	3.970
3	Cr	mg/L	1,0	1.26
4	pH	-	1,0	9.5
5	Volume Lumpur	mL	1,0	30

**Tabel 6** Hasil pemeriksaan kualitas air limbah pada percobaan-2: proses koagulasi dan flokulasi

No.	Parameter	Satuan	Dosis Koagulan ( gram/L )	Air Baku Limbah (dalam 1L)	Koagulasi Flokulasi	Keterangan
1	COD	mg/L	-	9.770	nf	nf - tidak terjadi flok dan air olahan berwarna hitam pekat
2	TSS	mg/L	-	3.970	nf	
3	Cr	mg/L	-	1,26	nf	
4	pH	-	-	9,5	nf	
5	Koagulan ; a. FeSO <sub>4</sub> b. CaO	- - -	10 10	- -	- -	10 % ( 100.000 ppm) 10 % ( 100.000 ppm)

2) Percobaan-2 : proses koagulasi dan flokulasi

Percobaan proses koagulasi dan flokulasi dengan cara Jarrest, merupakan proses lanjutan dari percobaan sedimentasi sebelumnya, dalam percobaan ini digunakan bahan kimia Ferro Sulfat (FeSO<sub>4</sub>) dan Kapur (CaO) sebagai koagulan. Hasil percobaan menunjukkan tidak terjadi flok dan air olahan menjadi berwarna hitam pekat, sebagaimana diperlihatkan dalam Tabel 6.

3) Percobaan-3 : proses aerasi

Proses percobaan ini menggunakan sampel hasil percobaan sedimentasi dan koagulasi di atas, yang kemudian dilanjutkan dengan mengaerasi air olahan menggunakan Aerator untuk memompa udara kedalam air limbah melalui pipa aerasi.

Hasil proses aerasi dengan variasi waktu aerasi 0, 4, 8, 12 dan 24 jam, menunjukkan penurunan kadar parameter bahan pencemar. Dengan waktu aerasi selama 8 jam diperoleh hasil yang optimal, dibandingkan alternatif waktu aerasi lainnya sebagaimana diuraikan Tabel 7 berikutnya.

4) Percobaan-4 : proses koagulasi polimer AFC

Seperti halnya Percobaan-2, dalam percobaan proses koagulasi ini menggunakan sampel dari hasil proses sedimentasi namun menggunakan bahan koagulan polimer aluminium formulation chloride (AFC), demikian pula perlakuan utama proses koagulasi yaitu menggunakan alat Jarrest.

Hasil percobaan koagulasi yang menggunakan koagulan polimer jenis AFC 10 %, menunjukkan penurunan kadar parameter bahan pencemar yang relatif signifikan yaitu masing-masing 77.6 % (COD), 97.7 % (TSS), 93.64 % (Cr) dan pH 9.5 menjadi 6.2 seperti diperlihatkan pada kolom percobaan Jarrest-3 dalam Tabel 8.

5) Percobaan-5: koagulasi polimer AFC dan aerasi

Proses koagulasi polimer AFC yang ditambah dengan dengan aerasi menggunakan Aerator ini, merupakan percobaan lanjutan dari Percobaan-4 tersebut di atas. Proses aerasi dalam percobaan dilakukan dengan perlakuan variasi waktu aerasi masing-masing 0, 4, 8, 12 dan 24 jam.

Dari hasil percobaan ini dapat diketahui bahwa, penurunan kadar bahan pencemar COD, TSS, Cr dan pH tidak berubah secara signifikan dengan hasil percobaan 4, namun dari percobaan 5 ini dapat diketahui bahwa waktu optimal untuk proses aerasi adalah 8 jam sebagaimana diperlihatkan Tabel 9 berikutnya.

6) Percobaan-6: koagulasi alum/tawas ( $Al_2SO_4$ )

Percobaan ini merupakan proses alternatif pengolahan air limbah industri kulit, dengan cara menggunakan bahan koagulan yang berbeda yaitu koagulan alum/tawas ( $Al_2SO_4$ ). Seperti halnya Percobaan-2, dalam percobaan proses koagulasi ini menggunakan sampel dari hasil proses sedimentasi, menggunakan bahan koagulan  $Al_2SO_4$  dengan perlakuan utama berupa proses koagulasi menggunakan alat Jarrest, dalam proses koagulasi flokulasi ini digunakan bahan koagulan  $Al_2SO_4$  10% (100.000 ppm). Dari hasil percobaan yang menunjukkan bahwa, untuk parameter bahan pencemar COD tidak terjadi penurunan yang signifikan rata-rata sebesar 62 %, namun demikian lain halnya dengan parameter TSS yang penurunannya rata-rata 95,0 % dan penurunan rata-rata logam Cr sebesar 93,64 % seperti diperlihatkan Tabel 10 berikutnya.

**Tabel 7** Hasil pemeriksaan kualitas air limbah pada percobaan-3 : proses aerasi

No	Parameter	Satuan	Air Baku Limbah	Waktu Aerasi ( ta )					Penurunan ( % )
				Perc-1	4 Jam	8 Jam	12 Jam	24 Jam	
1	COD	mg/L	9.770	4.820	4.780	4.608	4.430	4.060	52,80
2	TSS	mg/L	3.970	488	480	416	402	372	89,50
3	Cr	mg/L	1,26	0,78	0,76	0,55	0,54	0,52	56,34
4	pH	-	9,5	9,3	9,2	9,0	9,0	9,0	5,60
*) Alternatif yang dipilih			-	-	-	*)	-	-	-

**Tabel 8** Hasil pemeriksaan kualitas air limbah percobaan-4 : proses koagulasi polimer AFC

No	Parameter	Satuan	Air Baku Limbah	Perc-1	Percobaan Jarrest			Penurunan ( % )
					1	2	3 *)	
1	COD	mg/L	9.770	4.820	2.416	2.290	2.190	77,6
2	TSS	mg/L	3.970	488	265	104	93	97,7
3	Cr	mg/L	1,26	0,78	0,32	0,12	0,08	93,64
4	pH	-	9,5	9,3	8,0	6,8	6,2	34,7
<b>Polimer AFC 10 % :</b>								
a. Dosis;			ppm	-	500	750	1000	*)Terpilih (representatif)
b. Pembubuhan Koagulan			mL/L	-	5,0	7,5	10,0	

**Tabel 9** Hasil Pemeriksaan kualitas air limbah percobaan-5 : kombinasi koagulasi polimer AFC dan aerasi

No	Parameter	Satuan	Air Baku Limbah	Waktu Aerasi ( ta ) - jam					Penurunan ( % )
				Perc-4	4 Jam	8 Jam	12 Jam	24 Jam	
1	COD	mg/L	9.770	2.190	2.030	1.900	1.710	1.320	80,6
2	TSS	mg/L	3.970	93	80	66	56	50	98,3
3	Cr	mg/L	1,26	0,12	0,11	0,08	0,06	0,04	93,64
4	pH	-	9,5	6,2	6,2	6,2	6,3	6,4	34,7
*) Terpilih (representatif)			-	-	-	*)	-	-	-

7) Percobaan-7: koagulasi alum/tawas dan aerasi

Kombinasi proses koagulasi alum / tawas dan aerasi merupakan lanjutan Percobaan-6, yaitu hasil perlakuan proses koagulasi alum/tawas dilanjutkan dengan proses aerasi menggunakan alat Aerator. Proses aerasi dalam percobaan dilakukan dengan variasi waktu aerasi 0, 4, 8, 12 dan 24 jam. Dari hasil percobaan dapat diketahui bahwa, dari aspek efektivitas koagulan tidak menunjukkan hal yang berbeda dengan hasil Percobaan-6 di atas, namun dapat memberikan indikasi bahwa waktu optimal untuk proses aerasi adalah sama seperti halnya percobaan sebelumnya yaitu 8 jam, seperti diperlihatkan Tabel 11 di atas.

8) Percobaan-8 : proses filtrasi karbon aktif, AcC

Proses filtrasi karbon aktif, AcC merupakan proses kelanjutan dari Percobaan-4 (dengan koagulan polimer AFC) dan Percobaan-6, (dengan koagulan  $Al_2SO_4$ ) sebelumnya, yang kemudian digunakan sebagai baku air limbah

untuk Percobaan-8. Percobaan proses filtrasi ini menggunakan tabung Inhoff-Cone volume 1000 mL, alat ini diberi media filter AcC dengan volume 600 gram dan berat jenis  $AcC \pm 1,3$ . Percobaan pengolahan dilakukan dengan kecepatan filtrasi rata-rata ( $V_f$ )  $\approx 0,1 - 0,2$  mL/det, waktu kontak rata-rata  $\approx 0,05 - 0,10$  detik dan kapasitas penetasan ( $Q_f$ ) sekitar  $0,05 - 0,10$  mL/detik.

Dari hasil percobaan dapat diketahui bahwa, percobaan efektivitas koagulan sebelumnya dapat diketahui penggunaan baik koagulan alum/tawas maupun koagulan polimer AFC relatif efektif untuk menurunkan kadar bahan pencemar. Namun dengan penggunaan koagulan polimer AFC jauh lebih efektif, hal ini tampak pada Percobaan-8, dimana kedua proses koagulasi yang dilanjutkan dengan proses filtrasi menggunakan karbon aktif, AcC, menunjukkan hasil seperti diuraikan dalam Tabel 12.

**Tabel 10** Hasil pemeriksaan kualitas air limbah percobaan-6: proses koagulasi alum,  $Al_2SO_4$

No.	Parameter	Satuan	Air Baku Limbah	Perc-1	Percobaan Jartest			Penurunan (%)
					1	2	3*)	
1	COD	mg/L	9.770	4.820	4.330	3.760	3.640	62,7
2	TSS	mg/L	3.970	488	109	260	200	95,0
3	Cr	mg/L	1,26	0,12	0,11	0,10	0,08	93,64
4	pH	-	9,5	9,3	8,3	7,8	7,4	22,1
Alum ( $Al_2SO_4$ ) -10% :								
a. Dosis			ppm	-	500	750	1000	*) Terpilih (representatif)
b. Pembubuhan Koagulan			ml/L	-	5,0	7,5	10,0	

**Tabel 11** Hasil pemeriksaan kualitas air limbah percobaan-7: kombinasi koagulasi alum dan aerasi

No.	Parameter	Satuan	Air Baku Limbah	Waktu Aerasi ( ta ) - jam					Penurunan [%]
				Perc-6	4 Jam	8 Jam	12 Jam	24 Jam	
1.	COD	mg/L	9.770	3.640	3.374	<b>3.158</b>	2.842	2.194	67,7
2.	TSS	mg/L	3.970	200	172	<b>142</b>	120	108	96,4
3.	Cr	mg/L	1,26	0,11	0,10	<b>0,08</b>	0,07	0,07	93,64
4.	pH	-	9,5	7,4	7,4	<b>7,4</b>	7,5	7,6	20,0
*) Terpilih (representatif)			-	-	-	*)	-	-	-

**Tabel 12** hasil pemeriksaan kualitas air limbah percobaan-8 : proses filtrasi karbon aktif, AcC

No.	Parameter	Satuan	Air Baku Limbah	Alum / Tawas			Polimer – AFC			BMLC Industri Kulit <sup>1)</sup>
				Perc-6	Filtrasi AcC	Penurunan (%)	Perc-4	Filtrasi AcC	Penurunan (%)	
1	COD	mg/L	9.770	3.64	990	72,8	2.190	655	93,3	300
2	TSS	mg/L	3.970	200	88	56,0	93	50	98,7	150
3	Cr	mg/L	1,26	0,08	0,02	98,41	0,08	0,026	97,36	2,0
4	pH	-	9,5	7,4	7,3	22.6	6,2	6,3	33,7	6 – 9
*) Terpilih (representatif)				-	-	-	-	*)	-	-

<sup>1)</sup> Sesuai KepMen LH No.51/MENLH/10/1995 dan SK.Gub. KDH Tk.I Prop. Jabar. No.6/1999

**Evaluasi efektivitas pengolahan air limbah industri penyamakan kulit**

Berdasarkan hasil percobaan dapat dilakukan evaluasi efektivitas koagulan dalam proses pengolahan air limbah, hasil evaluasi dapat dinyatakan bahwa koagulan dengan nilai yang relatif tinggi adalah percobaan pengolahan dengan menggunakan bahan koagulan polimer AFC (*Aluminium Formulation Chloride*). Hal ini dapat ditunjukkan dalam sistem pengolahan fisika, kimia, biologi, filtrasi, untuk beberapa parameter pada :

- 1) *Proses fisika (pengendapan)* : TSS (87,7 %), COD (50,7 %) dan pH (2,1 %),
- 2) *Proses fisika, kimia (dengan AFC)* : TSS (99,7 %), COD (77,6 %) dan pH ( 34,7 %)

- 3) *Proses fisika, kimia (dengan AFC), dan Biologi (dengan aerasi)* : TSS (98,3%), COD (80,6%), pH (34,7%)
- 4) *Proses fisika, kimia (dengan AFC) dan biologi (dengan aerasi) dan filtrasi (dengan AcC)* : TSS ( 93,3 %), COD (98,7 %) dan pH ( 33,7 %)

Namun demikian, masih terdapat parameter bahan pencemar organik COD yang belum memenuhi kriteria Baku Mutu Limbah Cair (BMLC) industri kulit pada Kepmen LH No. 51/MENLH/10/1995. Hal ini dikarenakan sangat tingginya kadar COD dalam air limbah sehingga perlu peninjauan ulang proses pengolahan secara keseluruhan. Berdasarkan pada hasil percobaan di atas, dapat diketahui efisiensi dan efektivitas pengolahan seperti diuraikan Tabel 13.

**Tabel 13** Tingkat efisiensi proses pengolahan air limbah industri gabungan

No.	Tahapan & Proses Pengolahan	Kualitas Air Limbah ( mg/L )				Persentase Penurunan ( % )			
		COD	TSS	pH	Cr	COD	TSS	pH	Cr
	Parameter								
	Air Limbah Industri Penyamakan Kulit ( Pra Pengolahan Air Limbah Industri)	9770	3970	9,50	1,26				
	<b>Kriteria Baku Mutu Limbah Cair Industri Kulit</b>	<b>300</b>	<b>150</b>	<b>6 - 9</b>	<b>2,0</b>				
1	Proses Fisika (Pengendapan)	4.820	488	9,3	0,78	50,7	87,7	2,1	38,1
2	Proses Fisika, Kimia (AFC)	2.190	93	6,2	0,08	77,6	99,7	34,7	93,6
3	Proses Fisika, Kimia (Alum)	3.640	200	7,4	0,08	62,7	95,0	22,1	93,6
4	Proses Fisika, Kimia (AFC), Biologi (Aerasi)	1.900	66	6,2	0,08	77,6	97,7	34,7	93,6
5	Proses Fisika, Kimia (Alum), Biologi (Aerasi)	3.158	142	7,4	0,08	67,7	96,4	20,0	93,6
6	Proses Fisika, Kimia (AFC), Biologi, Filtrasi*	655	50	6,3	0,26	93,3	98,7	33,7	97,4
7	Proses Fisika, Kimia (Alum), Biologi, Filtrasi* *	990	88	7,3	0,02	72,8	56,0	23,7	98,41

\* Filtrasi Karbon Alt-1. \*\* Filtrasi Karbon Alt-2

**KESIMPULAN**

Proses pengolahan air limbah industri kulit secara fisika, kimia dengan menggunakan koagulan AFC atau Alum, cukup efektif menurunkan kadar TSS, Cr dan pH, namun tidak efektif untuk menurunkan kadar COD sampai memenuhi baku mutu limbah cair

Proses fisika dan kimia dengan koagulasi menggunakan AFC atau Alum, yang dilanjutkan dengan proses biologi (aerasi) dan filtrasi (karbon aktif), juga masih belum cukup efektif menurunkan kadar COD, meskipun efisiensi pengolahan cukup tinggi yaitu: menurunkan kadar COD (93,3 %), TSS (98.7 %) Cr (97.4 %) dan menetralkan pH (9,50 menjadi 6,3).

Koagulan AFC lebih efektif menurunkan parameter pencemar dibandingkan dengan koagulan Alum, karena tidak perlu penambahan

CaO sebelum proses koagulasi sebagaimana apabila menggunakan koagulan Alum

Untuk menurunkan kadar COD agar memenuhi baku mutu limbah cair yang dipersyaratkan, perlu peninjauan ulang kapasitas dan unit proses pengolahan IPAL yang ada.

**DAFTAR PUSTAKA**

Badan Lingkungan Hidup dan Kebersihan Kabupaten Garut. 2007. *Pengujian Kualitas Air Limbah*. Laporan Akhir Pemantauan Kualitas Lingkungan, Garut.

Badan Standarisasi Nasional. 2000. *Metode Pengujian Koagulasi-Flokulasi Dengan Cara Jartest* (online). Tersedia: <http://balitbang.pu.go.id/sni/pdf/SN%2019-6449-2000.pdfcopy>.

- Bulekbasandiang. 2009. *Koagulasi dan Flokulasi* (online). Tersedia: <http://bulekbasandiang.wordpress.com/2009/03/26/koagulasi-dan-flokulasi>.
- Dinas Tata Ruang Kabupaten Garut. 2000. *Rencana Teknik Ruang Kawasan Sukaregang 2000-2010*, Garut.
- Gordon, M.F., et.al. 1966. *Water and Wastewater Engineering, Vol. I. Water Supply and Wastewater Removal*, John Willey & Sons Inc., NY- USA
- Hanum, F. 2002. Proses Pengolahan Air Sungai Untuk keperluan Air Minum, Makalah, USU, Medan
- Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup. 2001. *Himpunan Peraturan Tentang Pengendalian Dampak Lingkungan*, Jakarta
- Karden, Eddy, SM. 2003. *Pengelolaan Lingkungan Hidup*, Djambatan, Jakarta
- Manning, W.J., et.al. 1988. *Environmental Pollution*, Elsevier Applied Science, Vol. 49/1/1988, GY-UK.
- Moelyo, M. 2005. *Karakteristik Air Limbah Industri*, Materi Pelatihan PPC, Dinas Lingkungan Hidup Kab. Bandung-PPMB Dep. Indag, Bandung
- PD Putra Setra. 2007. *Upaya Pengelolaan Lingkungan Kegiatan Industri Sukaregang*, Dok. Pengelolaan Lingkungan, Garut.
- Pusat Litbang Sumber Daya Air. 2008. *Penelitian Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air Limbah Industri*. Laporan Litbang Exbas DPS Cimanuk, Bandung
- Risdianto. 2007. *Optimisasi Proses Koagulasi Flokulasi Untuk Pengolahan Air Limbah Industri Jamu*. Thesis Magister, Teknik Kimia. Univ. Diponegoro, Semarang.
- Ramadhan. 2011. *Review Teknologi Pengolahan Air Secara Koagulasi-Flokulasi*. PLA-Kimia, FPM-IPA UPI, Bandung
- Sudarmo. 2004. *Kimia*, Jilid 2. PT. Erlangga, Jakarta
- UNEP-CEFIGRE. 1991. *Sewage Treatment Plants Management and Maintenance*. MAPPA Programme, Catalog, Sophia Antipolis, France- Split, Yugoslavia

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Balai Lingkungan Keairan dan Kepala Balai Hidrologi Tata Air, Pusat Litbang SDA atas kesempatan dan dorongan dapat melakukan kegiatan penelitian lintas balai. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Prof. Ir. Nana Terangna, Dipl. EST, Dr. Ir. F. Mulyantari, Drs Tontowi MSc, Ir. Iskandar A. Yusuf MSc dan Kepala Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Kabupaten Garut atas saran dan koreksi serta dukungan yang diberikan pada pelaksanaan penelitian.