

## *Utilization of Sludge from Textile Wastewater Treatment Plants as Raw Material for Iron Coagulant*

### **Pemanfaatan Lumpur Hasil Instalasi Pengolahan Air Limbah Tekstil sebagai Bahan Baku Koagulan Besi**

**Galuh Murdikaningrum<sup>1\*)</sup>, Kenny Kencanawati<sup>2)</sup>, Bagus R. Ramdhani<sup>3)</sup>, Rizal Ramdani<sup>4)</sup>**

- 1) Universitas Insan Cendekia Mandiri, Jalan Banten No. 11 Bandung, 40272  
Email: [gmurdikaingrum@gmail.com](mailto:gmurdikaingrum@gmail.com)
- 2) Universitas Insan Cendekia Mandiri, Jalan Banten No. 11 Bandung, 40272  
Email: [kkencanawati@gmail.com](mailto:kkencanawati@gmail.com)
- 3) Universitas Insan Cendekia Mandiri, Jalan Banten No. 11 Bandung, 40272
- 4) Universitas Insan Cendekia Mandiri, Jalan Banten No. 11 Bandung, 40272

#### *Abstract*

*Treatment of liquid waste using iron coagulant produces a by-product in the form of sludge which requires large handling costs. To reduce environmental pollution and sludge treatment costs, the sludge will be used as raw material for the manufacture of iron coagulant. This study aims to determine whether the sludge from textile WWTP can be used as raw material for iron coagulant. To determine the effectiveness of coagulants made from sludge, this study will compare the results of the coagulation-flocculation process using commercial iron coagulants and iron coagulants made from sludge as well as mixed coagulants with volume percentage of commercial iron coagulants 70%, 60%, 50%, 40%, and 30%. The water quality resulting from the coagulation-flocculation process was indicated by pH, color turbidity, Total Dissolved Solid (TDS) and Total Suspended Solid (TSS). The results showed that the water quality of the coagulation-flocculation process was worse when mixed coagulant was used with a smaller ratio of commercial iron coagulant to iron coagulant made from sludge. A mixture of commercial iron coagulant and iron coagulant made from sludge that meets the quality standard for the TSS parameter is a mixed coagulant with volume percentage of commercial iron coagulant 70%, while those less than 70% do not meet the quality standard. Keywords: sludge, coagulant, liquid waste.*

#### **Abstrak**

Pengolahan limbah cair menggunakan koagulan besi menghasilkan produk samping berupa lumpur yang memerlukan biaya penanganan yang tidak sedikit. Untuk mengurangi pencemaran lingkungan dan biaya pengolahan lumpur maka lumpur akan dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan koagulan besi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah lumpur hasil IPAL tekstil bisa dimanfaatkan sebagai bahan baku koagulan besi. Untuk mengetahui efektifitas koagulan berbahan baku lumpur, dalam penelitian ini akan dibandingkan hasil proses koagulasi-flokulasi menggunakan persen volume koagulan besi komersial dalam kogulan campuran antara koagulan besi komersial dan koagulan berbahan baku lumpur dengan variasi persentase sebesar 70 %, 60 %, 50 %, 40 % dan 30 %. Kualitas air hasil proses koagulasi-flokulasi ditunjukkan oleh pH, kekeruhan warna, *Total Dissolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* (TSS). Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas air hasil proses koagulasi-flokulasi semakin buruk jika digunakan koagulan campuran dengan persen volume koagulan besi komersial yang mengecil. Campuran koagulan besi komersial dan koagulan besi berbahan baku lumpur yang memenuhi baku mutu untuk parameter TSS adalah koagulan campuran dengan persen volume koagulan besi komersial dalam koagulan campuran 70 %, sedangkan yang kurang dari 70 % tidak memenuhi baku mutu. Kata kunci : lumpur, koagulan, limbah cair.

DOI: <http://dx.doi.org/10.37577/sainteks.v%vi%i.454>

Received: 07, 2022. Accepted: 08, 2022

Published: 09, 2022

## 1 Pendahuluan

Pengolahan limbah cair tekstil dilakukan melalui beberapa tahapan, salah satu tahapan dari proses tersebut adalah koagulasi. Koagulan berbahan garam besi yang banyak digunakan di pabrik tekstil adalah  $\text{FeCl}_2$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{Fe}_3\text{SO}_4$ . Koagulan besi dibuat dengan cara mereaksikan logam besi (Fe) dalam larutan asam klorida yang akan larut membentuk aluminat, larutan aluminat ini berwarna kekuningan.

Pengolahan limbah cair menggunakan koagulan besi menghasilkan produk samping berupa lumpur yang memerlukan biaya penanganan, dan perlakuan khusus. Hasil uji laboratorium *lumpur* di PT X menunjukkan bahwa kandungan besi sebagai  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  di dalam *lumpur* cukup signifikan. Oleh karena itu akan dicoba memanfaatkan *lumpur* kering hasil pengolahan IPAL di PT X sebagai bahan koagulan dengan mereaksikan lumpur kering dengan asam klorida. Manfaat yang dihasilkan dari penelitian ini adalah menambah nilai ekonomis *lumpur* dan mengurangi pencemaran lingkungan serta biaya pengolahan lumpur yang selama ini diserahkan kepada pihak kedua.

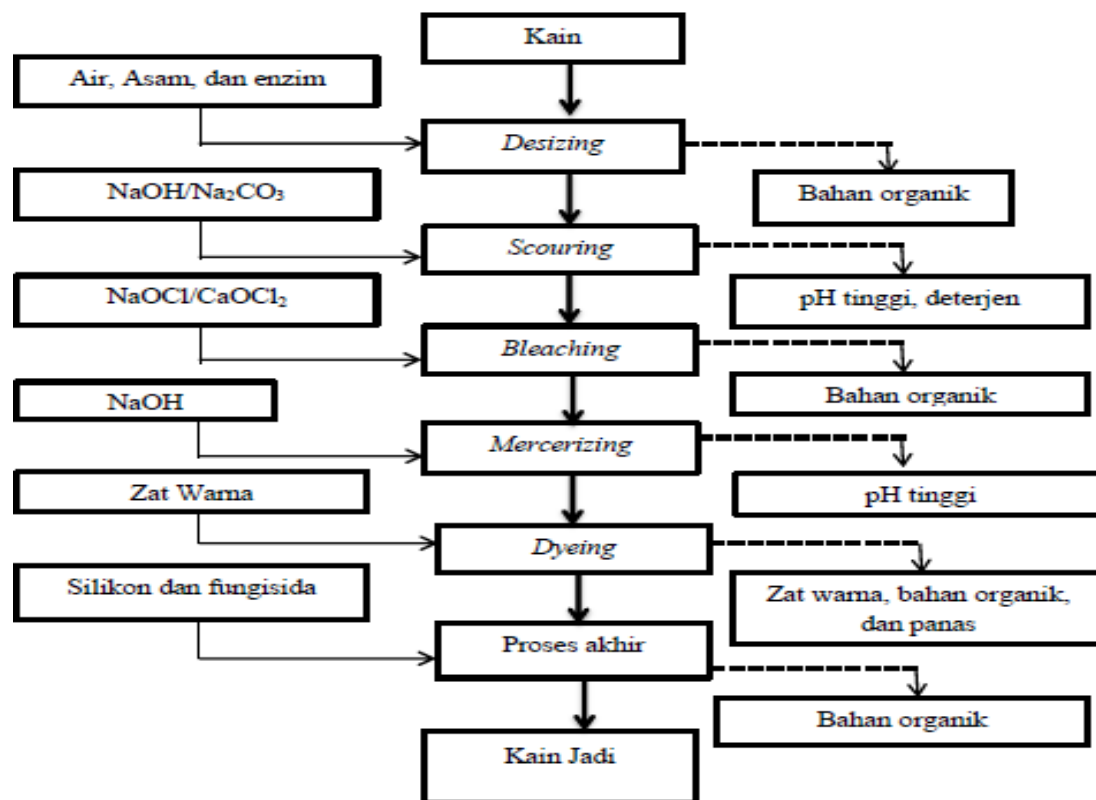
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah *lumpur* hasil IPAL tekstil bisa dimanfaatkan sebagai bahan baku koagulan besi. Untuk mengetahui efektifitas koagulan berbahan baku *lumpur*, dalam penelitian ini akan dibandingkan hasil proses koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan besi komersial dan koagulan besi berbahan baku lumpur serta koagulan campuran dengan rasio koagulan besi komersial dan koagulan besi berbahan lumpur sebesar 70 %, 60 %, 50 %, 40 % dan 30 %. Kualitas air hasil proses koagulasi-flokulasi ditunjukkan oleh pH, kekeruhan, warna, total zat padat terlarut (TDS) dan total zat padat tersuspensi (TSS).

### 1.1 Limbah Cair Tekstil

Setiap aktivitas industri secara langsung atau tidak langsung menghasilkan limbah. Limbah industri dapat diklasifikasikan sebagai limbah padat, limbah cair dan limbah udara. Pengelolaan ketiga limbah tersebut bisa dilakukan secara mandiri oleh perusahaan atau diserahkan kepada pihak kedua. Ketiga klasifikasi limbah industri tersebut diatur dengan hukum dan regulasi yang berbeda oleh pemerintah atau diatur khusus oleh pemegang kebijakan setempat. Faktanya ketiga klasifikasi limbah saling berhubungan dengan lingkungan yang kesemuanya adalah menurunkan kualitas lingkungan dan harus melalui *treatment* (Woodard, 2001).

Zat pencemar yang terdapat dalam limbah tekstil tergantung proses yang dilakukan. Proses di industri tekstil dimulai dari proses pemintalan, pertenunan atau perajutan, penyempurnaan sampai proses pakaian jadi (Moertinah, 2008). Ada industri tekstil yang prosesnya terintegrasi dan banyak juga industri tekstil yang tidak melakukan seluruh proses dari pembuatan benang sampai pakaian jadi.

Limbah yang dihasilkan oleh industri tekstil tergantung proses produksi yang dilakukan. Proses produksi dan sumber pencemar limbah tekstil di PT X secara garis besar disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Sumber pencemar limbah tekstil PT X

*Desizing* adalah prose penghilangan kanji pada kain. Proes ini dilakukan dengan cara memutus rantai polimer kanji oleh oksidator. Kanji dalam serat dihilangkan dengan menggunakan asam, air atau enzim.

*Scouring* atau pemasakan adalah proses penghilangan kotoran alam berpa minyak, lemak, lilin serta kotoran lain pada kain. Tujuan proses pemasakan adalah untuk memperoleh kain dengan daya serap baik. Pemasakan serat alam merupakan prose safonifikasi, yaitu mengubah lemak menjadi sabun yang larut dalam air.

*Bleaching* atau proses pengelantangan ditujukan untuk menghilangkan warna alami karena adanya pigmen alam atau zat lain. Hasil yang diperoleh dari prose pengelantangan adalah kain berwarna putih.

*Mercerising* merupakan pengolahan kain menggunakan larutan NaOH atau alkali kuat yang pekat. Kain kapas atau rayon setelah mengalami proses merserisasi akan memiliki daya serap yang lebih baik, sifat pegangan lebih lembut, meningkatkan kilap kain, kerataan, kestabilan dan kekuatan kain.

*Dyeing* (pencelupan) merupakan proses pemberian warna pada kain, benang atau serat. Karakteristik limbah cair tekstil sangat dipengaruhi oleh zat-zat yang digunakan pada tiap tahap proses produksinya (Sunarta, 2005).

## 1.2 Koagulasi-Flokulasi

Koagulasi merupakan proses penambahan zat kimia ke dalam air yang bertujuan untuk mengurangi gaya tolak menolak antar partikel koloid, sehingga mendorong terjadinya agregasi koloid dan zat tersuspensi halus untuk membentuk flok flok kecil (Degremont, 1991).

Flokulasi merupakan proses penggabungan flok-flok halus hasil proses koagulasi membentuk aglomerai besar melalui pengadukan fisik atau pengikatan oleh flokulan. Kontak antar partikel pada proses flokulasi terjadi melalui beberapa cara, yaitu: 1) kontak karena adanya

gerakBrown, 2). Kontak karena adanya gerak cairan, 3) kontak karena ada pengendapan diferensial, yaitu partikel-partikel besar menarik partikel-partikel kecil membentuk partikel yang lebih besar. Flokulan adalah zat kimia atau senyawa kimia yang ditambahkan agar terjadi flokulasi. Flokulan biasanya berupa polimer yang memiliki berat molekul besar dengan rantai panjang untuk memperkecil gaya tolak-menolak antar partikel koloid.

### **1.3 Koagulan dan Kimia Dasarnya**

Koagulan merupakan senyawa yang memiliki kemampuan mendestabilkan koloid dengan cara menetralkan atau mengurangi muatan negatif partikel, sehingga terjadi gaya Tarik Van Der Waals membentuk agregat koloid dan zat-zat tersuspensi halus membentuk microfloc (Ebeling dan Oyden, 2004). Kebutuhan koagulan tidak bisa diprediksikan berdasarkan kekeruhan air, namun penentuannya harus melalui eksperimen. Kekeruhan yang tinggi belum memerlukan dosis koagulan yang tinggi, namun tergantung penyebab kekeruhan air. Jika penyebab kekeruhan didominasi oleh koloid, maka diperlukan dosis koagulan yang tinggi, akan tetapi jika penyebab kekeruhan didominasi oleh lumpur halus atau lumpur kasar, maka diperlukan dosis koagulan yang rendah.

Koagulan bisa berasal dari senyawa anorganik berupa garam-garam logam atau berupa senyawa organik /polimer . Koagulan polimer bisa berupa kationik, anionic atau nonionik.

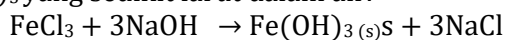
Koagulan anorganik berupa bahan-bahan kimia umum berbasis besi atau aluminium. Apabila ditambahkan ke dalam air koagulan anorganik akan mengurangi alkalinitasnya sehingga pH air akan turun, sedangkan koagulan organik pada umumnya tidak mempengaruhi alkalinitas dan pH air. Koagulan anorganik akan meningkatkan konsentrasi padatan terlarut pada air yang diolah (Gebbie 2005).

### **1.4 Koagulan Besi**

Besi klorida merupakan garam termurah yang bisa digunakan untuk proses koagulasi. Besi atau Ferrous yang laurt dalam air akan berifat kationik, sehingga dapat menurunkan gaya tolak-menolak antar partikel koloid yang bermuatan negatif dan menetralkan muatannya.

Besi klorida ( $\text{FeCl}_3$ ) umum digunakan dalam pengolahan air minum dan air limbah serta sering digunakan sebagai katalis, baik di industri maupun di laboratorium.

Koagulasi dengan koagulan besi akan lebih baik jika secara bersamaan ditambahkan juga larutan kapur  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ataupun  $\text{NaOH}$ . Reaksi dengan  $\text{NaOH}$  atau basa lainnya membentuk  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  yang sedikit larut dalam air.



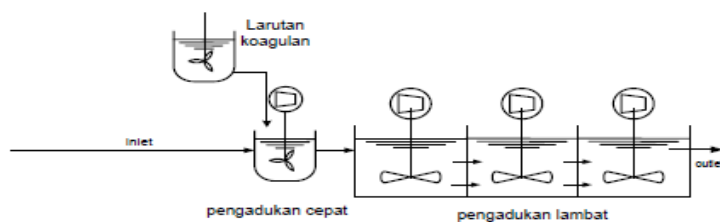
Pembentukan  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  hanya terjadi pada pH tinggi, jadi batas pH untuk koagulasi dengan  $\text{Fe}^{3+}$  lebih besar dari pada untuk  $\text{Al}^{3+}$ . Sebagai contoh koagulasi dengan  $\text{Fe}^{3+}$  berlangsung pada pH 9 ,sedangkan dengan koagulan  $\text{Al}^{3+}$  berlangsung pada pH 7,8. Jika pH tidak sesuai maka akan berpengaruh terhadap keberlangsungan reaksi (Kerry, 2012).

### **1.5 Koagulasi-Flokulasi dengan Koagulan Besi**

Koagulasi-flokulasi merupakan dua proses yang terangkai menjadi kesatuan proses tak terpisahkan. Pada proses koagulasi terjadi destabilisasi koloid dan partikel dalam air akibat adanya pengadukan cepat dan pembubuhan bahan kimia/koagulan. Pengadukan cepat menyebabkan koloid dan partikel yang stabil berubah menjadi tidak stabil dan terurai menjadi partikel bermuatan positif dan negatif. Pembentukan ion negatif dan positif juga dihasilkan dari proses penguraian koagulan. Proses ini berlanjut dengan pembentukan ikatan antara ion positif dari koagulan besi dengan ion negatif dari partikel ( $\text{OH}^-$ ) dan antara ion positif dari partikel ( $\text{Na}^+$ ) dengan ion negatif dari koagulan ( $\text{Cl}^-$ ) yang menyebabkan pembentukan inti flok atau presipitat (Liu, 1999).

Proses pembentukan inti flok diikuti dengan proses flokulasi, yaitu penggabungan inti flok menjadi flok berukuran lebih besar yang memungkinkan partikel dapat mengendap. Penggabungan flok kecil menjadi flok besar terjadi karena adanya tumbukan antar flok.

Tumbukan ini terjadi akibat adanya pengadukan lambat. Proses koagulasi-flokulasi dapat digambarkan secara skematik pada Gambar 2.



**Gambar 1. Skematik Proses Koagulasi-Flokulasi**

Proses koagulasi-flokulasi terjadi pada unit pengaduk cepat dan pengaduk lambat. Pada bak pengaduk cepat, dibubuhkan koagulan. Pada bak pengaduk lambat, terjadi pembentukan flok yang berukuran besar hingga mudah diendapkan pada bak sedimentasi.

### 1.6 Sedimentasi dan Partikel Dalam Air Limbah

Sedimentasi adalah proses membiarkan materi tersuspensi mengendap karena adanya gaya gravitasi. Padatan tersuspensi yang disebut flok terbentuk dari materi yang ada dalam air dan bahan kimia yang digunakan dalam koagulasi atau proses-proses pengolahan lainnya. Padatan akan mengendap pada cairan yang densitasnya lebih rendah dibandingkan densitas padatan tersebut. Karakteristik pengendapan dalam proses sedimentasi salah satunya dipengaruhi oleh ukuran dan bentuk partikel yang cenderung memiliki sedikit muatan listrik. Partikel dalam air limbah dapat diklasifikasikan menjadi partikel tersuspensi dan partikel koloid. Partikel tersuspensi pada umumnya lebih besar dari 1  $\mu\text{m}$  dan dapat disisihkan dengan sedimentasi secara gravitasi.

### 1.7 Parameter Kualitas Air

Zat padat yang terkandung di dalam air alam bisa dikelompokkan dalam dua kelompok, yaitu zat terlarut dan zat padat tersuspensi dan koloidal. Dua kelompok zat padat tersebut dibedakan berdasarkan ukuran partikel. Analisa zat padat dalam air sangat diperlukan dalam perencanaan dan pengawasan proses pengolahan air minum maupun air buangan.

#### 1.7.1 Kekeruhan (*Turbidity*)

Zat padat tersuspensi dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu: partikel koloid dan partikel tersuspensi. Penyebab kekeruhan dalam air diakibatkan adanya benda tercampur atau partikel koloid (efek Tyndall) yang disebabkan adanya penyimpangan sinarnya yang menembus. Potensi pencemaran akibat limbah cair bisa diketahui dari salah satu indikator awal, yaitu kekeruhan. Air yang terlihat keruh akan dianggap sebagai air yang kotor, sehingga akan muncul persepsi adanya pencemaran (BPLHD Jawa Barat, 2006). Kekeruhan diukur menggunakan efek cahaya dengan skala *NTU* (*Nephelometric Turbidity Unit*)

#### 1.7.2 Derajat Keasaman (pH)

pH merupakan parameter dalam analisis kualitas air yang menyatakan ukuran intensitas keasaman atau alkalinitas cairan encer. pH air berpengaruh terhadap proses biologi dan kimia yang terjadi air. pH limbah cair yang sangat rendah atau tinggi mengakibatkan kerusakan lingkungan, baik kerusakan air tanah, air sungai dan tempat pembuangan lainnya.

#### 1.7.3 Total Zat Padat Terlarut (*Total Dissolved Solid/TDS*)

Zat padat terlarut adalah partikel padat dengan ukuran sangat kecil sehingga tidak terlihat secara kasat mata. Ukuran padatan terlarut lebih kecil dari 2  $\mu\text{m}$ . Zat padat terlarut

bisa dari ion-ion atau molekul-molekul yang terlarut. Ion-ion yang melarut dalam air biasanya hasil ionisasi garam-garam anorganik seperti sodium, kalsium, nitrat, potassium, pospat dan klorida (Alaerts, 1987) Garam-garam yang mudah terionisasi dan melarut di dalam air akan mempengaruhi daya hantar listrik (DHL). Oleh karena itu semakin besar zat padat terlarut akan memperbesar daya hantar listrik (BPLHD Jawa Barat, 2006)

Sumber utama zat padat terlarut dalam limbah cair tekstil berasal dari proses penghilangan kanji, pemasakan, pengelantangan, *mercerizing* dan pencelupan.

#### **1.7.4 Total Zat Padat Tersuspensi (TSS)**

Total Zat padat tersuspensi TSS (*Total Suspended Solid*) dapat diklasifikasikan menjadi zat terapung yang selalu bersifat organik dan zat padat terendap yang dapat bersifat organik dan anorganik. Total zat padat tersuspensi merupakan total padatan yang tidak larut dalam air atau bisa diartikan residu padatan total yang tertahan oleh saringan berukuran 2 $\mu$ m atau lebih besar dari partikel koloid. Keberadaan zat padat tersuspensi menyebabkan kekeruhan air. Hal ini akibat dari zat padat tersuspensi menyebabkan kekeruhan air. Hal ini akibat dari zat padat yang tidak dapat larut dan tidak dapat langsung mengendap.

Limbah cair dengan nilai TSS lebih dari 100 mg/L pada umumnya dianggap telah berpotensi menimbulkan kekeruhan dan gangguan lainnya. (BPLHD Jawa Barat, 2006)

#### **1.7.5 Warna**

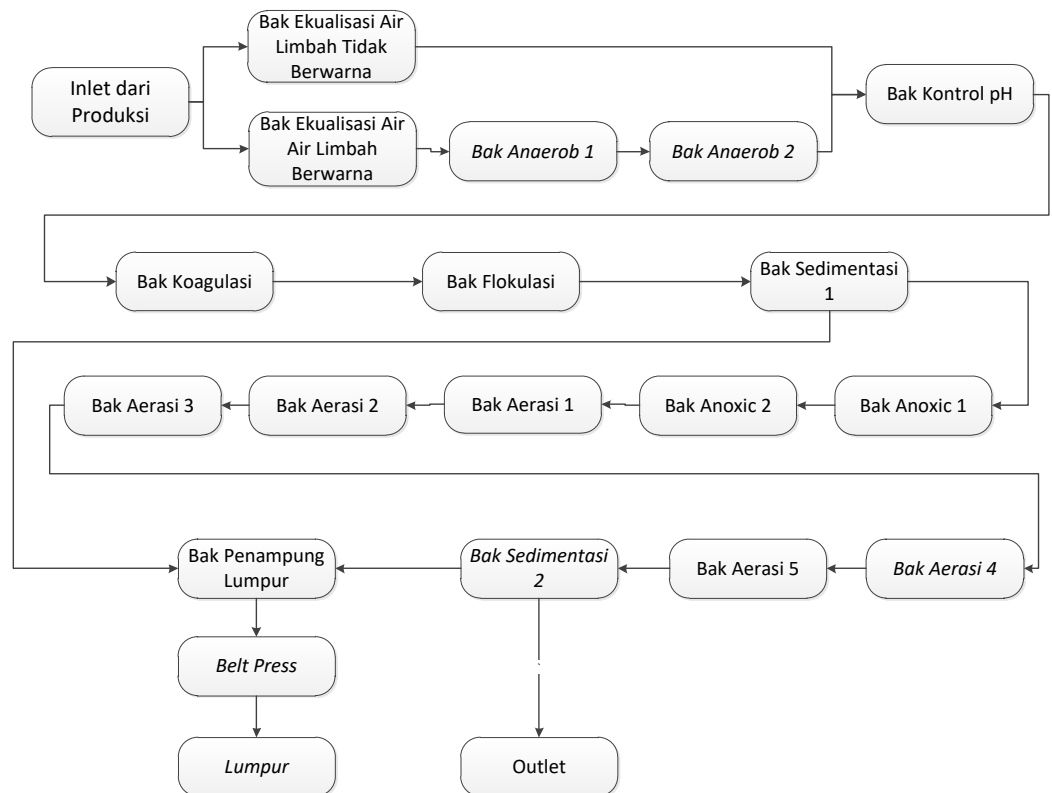
Warna air dapat dikelompokkan menjadi warna sejati dan warna semu. Warna sejati adalah warna yang tidak bisa berubah setelah mengalami proses penyaringan dan sentrifugasi, contohnya warna limbah tekstil, warna air the, warna air akibat adanya plankton, warna air akibat adanya humus, dan lain-lain. Warna semu bisa berubah setelah mengalami proses penyaringan, sentrifugasi atau pengendapan. Kekeruhan air yang meningkat mengakibatkan warna semu yang semakin pekat (Reynold, 1996)

#### **1.7.6 Deskripsi Pengolahan Limbah PT. X**

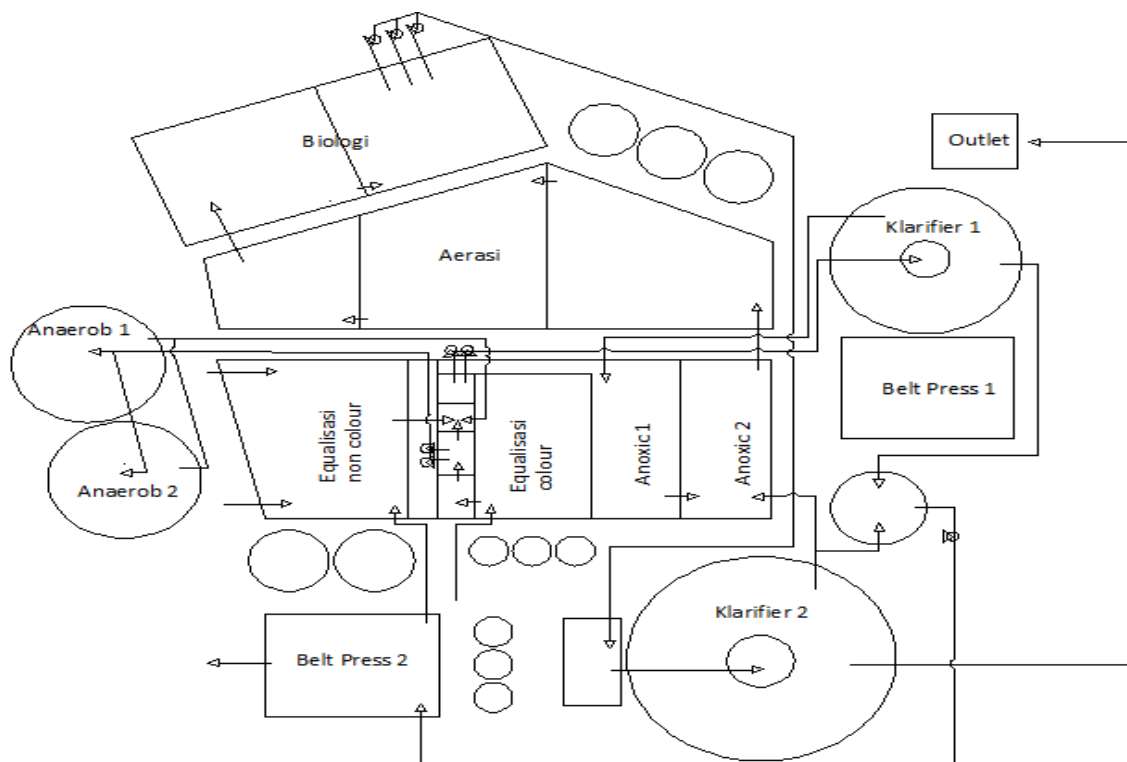
Pengolahan air limbah yang dilakukan PT X terbagi menjadi *pretreatment*, kimia-fisika, proses biologi *anaerob*, proses *anoxic*, proses biologi *aerob*, dan terakhir adalah proses fisika. Lumpur yang dihasilkan dari proses pengolahan air limbah ini diproses dengan mesin *belt press*. Proses awal *pretreatment* adalah *screening* dan bak ekualisasi, bak ekualisasi terbagi menjadi dua sumber yaitu bak ekualisasi air limbah berwarna untuk limbah yang berasal dari dyeing dan finishing, sedangkan bak ekualisasi tidak berwarna bersumber dari proses *bleaching*.

Aliran limbah berwarna memiliki nilai pH sekitar 10 bersuhu di atas 35°C, dan terbagi menjadi 3 warna yang berbeda, warna kehijauan, kebiruan dan kemerahan. Aliran limbah berwarna ini menuju bak ekualisasi dan selanjutnya dipompa ke bak *anaerob* 1 dan 2. Aliran limbah yang tidak berwarna memiliki karakteristik nilai pH yang tinggi di atas 11, bersuhu di atas 40°C, memiliki pegangan yang licin dan berbuih. Setelah aliran air limbah berwarna masuk ke bak *anaerob* mengalir secara gravitasi ke bak control pH dan bercampur dengan aliran air limbah yang tidak berwarna dan masuk ke bak koagulasi dan flokulasi. Proses selanjutnya adalah di bak sedimentasi 1, air hasil sedimentasi masuk ke bak *anoxic* 1 dan *anoxic* 2, sedangkan lumpur menuju bak penampung lumpur yang nantinya akan diproses menuju *belt press*. Setelah melalui bak *anoxic* 1 dan 2, air limbah menuju bak *aerob* 1, 2, 3, 4 dan 5 dikontakkan dengan udara yang diinjeksikan dari dasar bak *aerob*. Setelah melalui bak *aerob* air hasil proses biologi aerob menuju bak sedimentasi untuk memisahkan air dan lumpur. Air hasil sedimentasi sudah dapat disalurkan ke badan air untuk dibuang, sedangkan lumpur dialirkan menuju bak penampung lumpur yang akan mengalami proses *dewatering* dengan mesin *belt press*.

Diagram alir pengolahan limbah dan Lay out pengolahan limbah PT X bisa dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



**Gambar 2. Diagram Alir Pengolahan Limbah PT X**



Gambar 3. Lay out Pengolahan Limbah Tekstil PT X

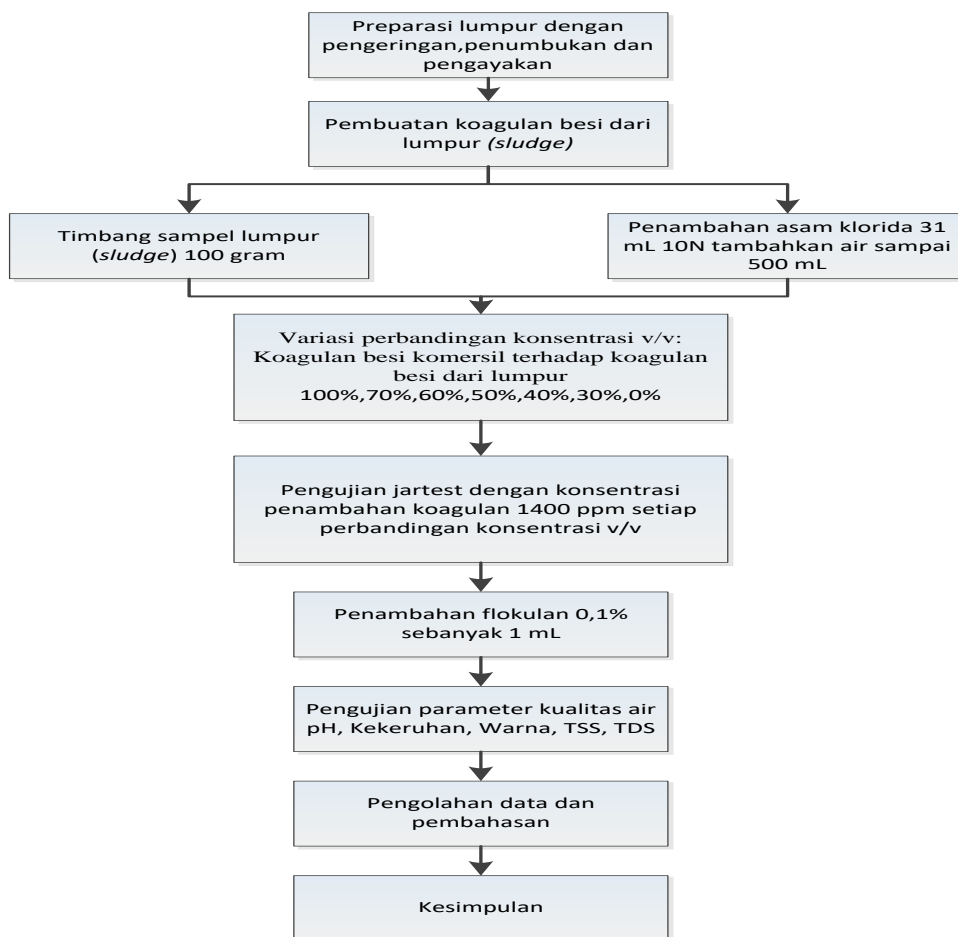
## 2 Metodologi

Bahan baku *lumpur* diperoleh dari hasil *Belt Press* IPAL PT X yang berlokasi di daerah Cimahi. Flokulan yang digunakan adalah polimer anion (aquaklir PA 240)

### 2.1 Prosedur Penelitian

- 1) persiapan lumpur dilakukan dengan mengeringkan lumpur hasil *Belt Press*, kemudian ditumbuk sampai halus, diayak dan ditimbang sebanyak 100 gram sebagai sampel;
- 2) pembuatan koagulan besi dilakukan dengan cara menambahkan ke dalam sampel larutan HCl 10N sebanyak 31 mL, kemudian ditambahkan air sampai tepat 500 ml dan diaduk sampai homogen;
- 3) prosedur pemeriksaan *jartest* : 500 ml sampel air limbah sebanyak 7 sampel dikondisikan pada pH 12. Ke dalam masing-masing sampel ditambahkan koagulan sehingga konsentrasi koagulan 1400 ppm di dalam sampel air limbah. Variasi rasio koagulan besi komersial dan koagulan besi berbahan baku *lumpur* yang ditambahkan adalah 100%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30% dan 0 % v/v.. Setelah ditambahkan koagulan, sampel limbah cair diaduk dengan pengadukan cepat selama 1 menit, kemudian ditambahkan flokulan polimer anion 1 mL 0,1 % ke dalam masing-masing sampel dan dilakukan pengadukan lambat selama 30 detik untuk selanjutnya didiamkan selama 2 jam agar terjadi pengendapan. Setelah terjadi pengendapan, air yang terpisah dari endapan diambil untuk diuji kualitas airnya. Pengujian kualitas air meliputi pH, kekeruhan, TSS dan TDS.

Diagram alir penelitian bisa dilihat pada Gambar 3.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

### 3 Hasil Penelitian dan Pembahasan

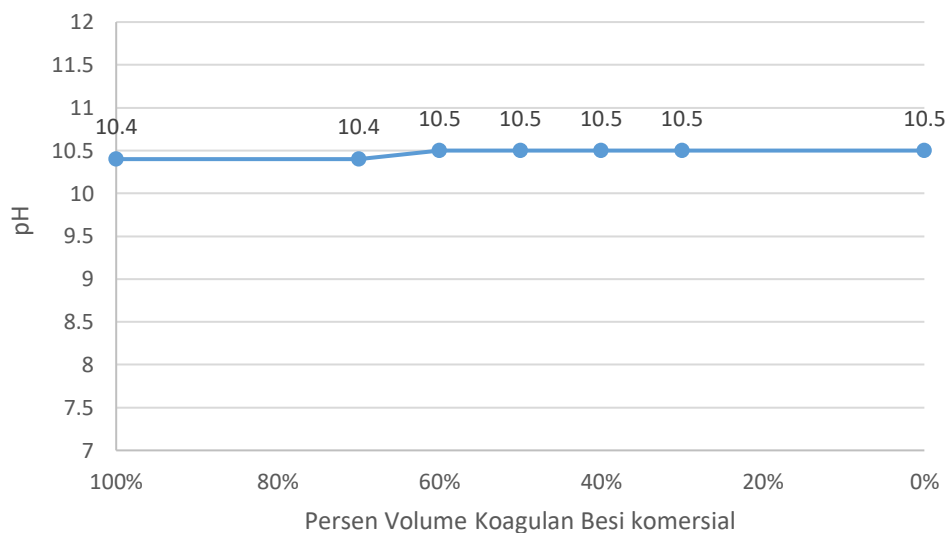
Untuk mengetahui apakah koagulan besi berbahan baku lumpur dapat digunakan sebagai koagulan alternatif di pabrik tekstil PT. X, perlu diketahui data pengukuran kualitas limbah cair sebelum proses dan setelah proses. Tabel 1 menunjukkan data hasil pengukuran kualitas limbah sebelum proses dan setelah proses koagulasi-flokulasi.

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran Kualitas Air Limbah Sebelum dan Sesdah Proses Koagulasi-Flokulasi

Parameter	Satuan	Awal	Hasil Proses Koagulasi-Flokulasi dengan variasi Persen volume koagulan besi komersial dalam campuran koagulan besi komeril dan koagulan berbahan baku lumpur (% volume koagulan besi komersial)							Baku Mutu
			100%	70%	60%	50%	40%	30%	0%	
pH		12,3	10,4	10,4	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	6,0 - 9,0
TDS	mg/L	3500	3400	3400	3400	3400	3400	3400	3400	-
Kekeruhan	NTU	323	28	44	57	63	77	94	315	-
Warna	PtCo	2675	283	418	547	580	700	880	2515	-
TSS	mg/L	431	29	46	63	70	88	111	417	50

### 3.1 pH

Koagulan besi bersifat asam, maka penambahan koagulan besi akan menurunkan nilai pH air limbah. Hal tersebut bisa dilihat pada tabel 1. Sebelum ditambahkan koagulan, pH limbah 12,3 dan setelah penambahan koagulan, pH limbah menjadi di antara 10,4 dan 10,5. Dari Gambar 5 memperlihatkan bahwa variasi persen volume koagulan besi komersial dalam campuran koagulan besi komersial dan koagulan besi berbahan baku lumpur tidak berpengaruh secara signifikan terhadap nilai pH. Hal ini dikarenakan baik koagulan besi komersial dan koagulan berbahan baku lumpur sama-sama memiliki sifat asam.

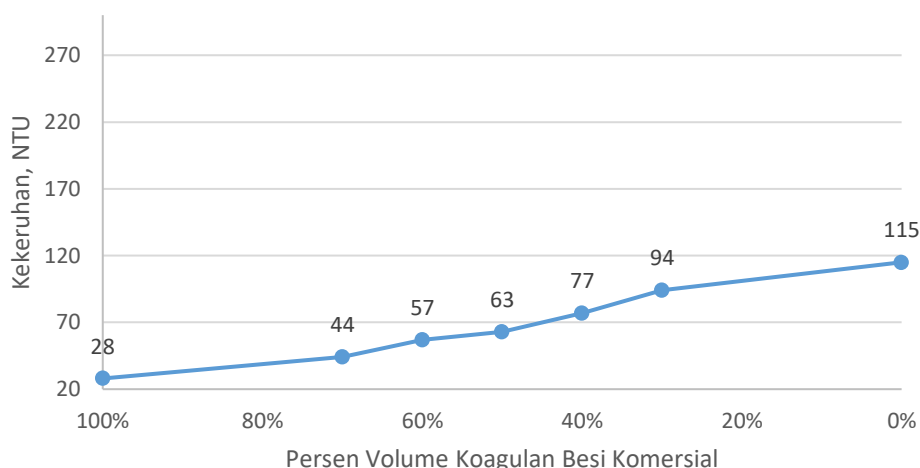


**Gambar 5. Pengaruh Persen volume koagulan besi komersial dalam koagulan campuran terhadap Nilai pH.**

Nilai pH air limbah setelah proses koagulasi flokulasi pH menurun tetapi belum memenuhi baku mutu, sehingga perlu dilakukan pengolahan lebih lanjut sebelum langsung dibuang ke lingkungan agar pH sesuai baku mutu yang dipersyaratkan.

### 3.2 Kekeruhan

Koagulan besi dapat menjadi koagulan karena memiliki muatan positif dan negatif. Pengotor-pengotor atau koloid dari limbah cair juga memiliki muatan positif dan negatif, sehingga terjadi tarik menarik antara ion positif koagulan dan ion negatif pada limbah cair. Ion negatif koagulan dengan ion positif pada limbah cair juga mengalami tarik menarik. Proses tarik menarik antara koloid dan koagulan membentuk flok-flok. Flok-flok yang memiliki ukuran lebih besar dari partikel sebelumnya akan mudah diendapkan, sehingga hasil limbah cair yang keluar dari proses pengendapan/sedimentasi akan mengalami penurunan kekeruhan. Semakin banyak flok yang terbentuk maka limbah cair hasil sedimentasi semakin jernih dan kekeruhan akan semakin turun.

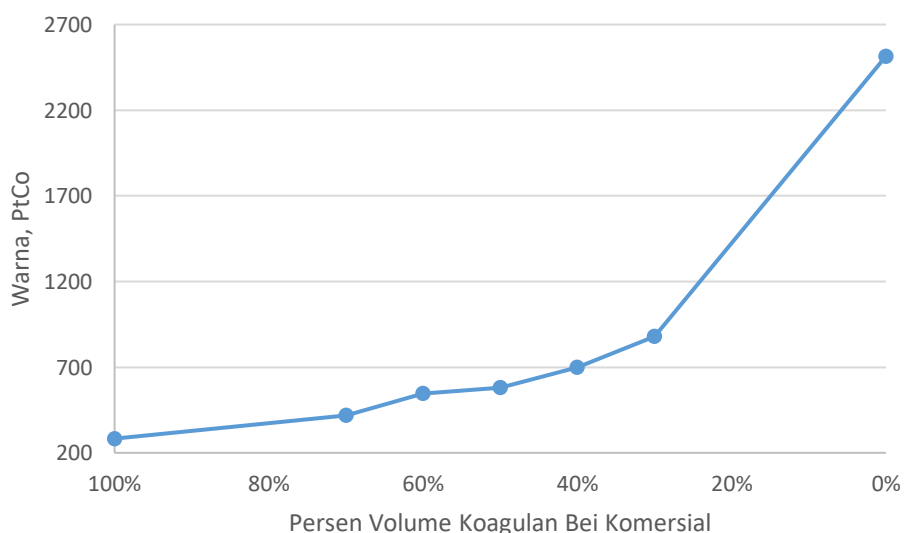


**Gambar 6. Pengaruh Persen volume Koagulan Besi Komersial dalam koagulan campuran terhadap Kekeruhan.**

Pada Gambar 6 memperlihatkan bahwa nilai kekeruhan terkecil diperoleh pada penggunaan koagulan besi komersial 100 %. Nilai kekeruhan dari rasio besi komersial terhadap koagulan dari lumpur 100% , 70% adalah 28 dan 44. Nilai ini masih memenuhi baku mutu limbah cair, namun dengan meningkatnya persen volume koagulan dari lumpur kekeruhan semakin naik dan pada penggunaan koagulan dari lumpur 100 % angka kekeruhan naik secara signifikan. Hal ini dikarenakan koagulan berbahan baku lumpur kurang efektif dalam mendestabilkan koloid sehingga pembentukan flok juga berkurang. Akibatnya partikel koloid dan padatan tersuspensi masih banyak yang tidak bisa mengendap.

### 3.3 Warna

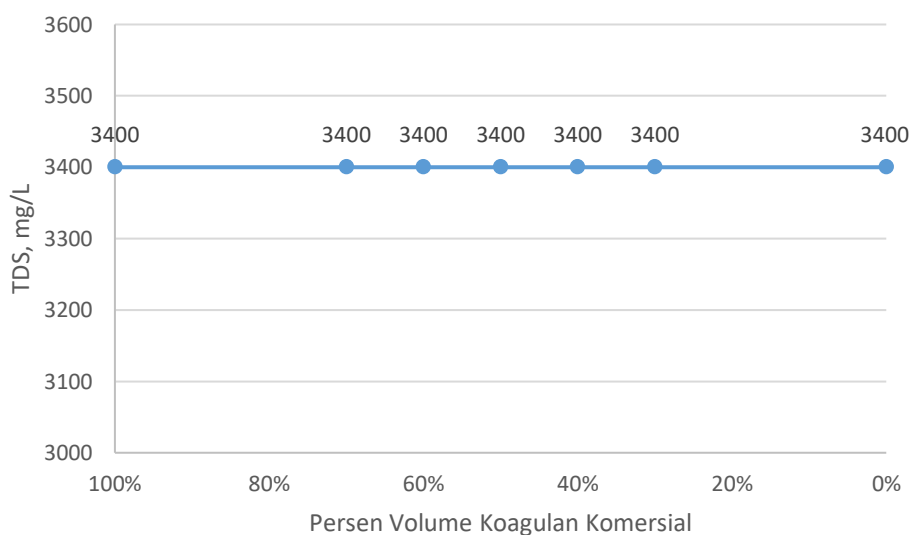
Banyaknya partikel koloid pada limbah cair yang akan berikatan dengan koagulan, bergantung pada jumlah koagulan yang ditambahkan pada limbah cair. Jika koagulan terlalu sedikit partikel koloid tidak terikat seluruhnya sedangkan jika terlalu banyak larutan akan jenuh, yang mengakibatkan kekeruhan sehingga larutan berwarna. Semakin banyaknya flok yang terbentuk maka limbah cair hasil sedimentasi semakin jernih dan nilai warna semakin menurun.



**Gambar 7. Pengaruh Persen volume Koagulan Besi Komersial dalam koagulan campuran terhadap Warna**

Gambar 7 memperlihatkan bahwa Nilai warna yang paling kecil diperoleh pada penggunaan 100 % koagulan besi komersial . Seiring meningkatnya pemakaian koagulan besi berbahan baku lumpur, nilai warna air limbah meningkat. Nilai warna meningkat secara signifikan pada pemakaian koagulan besi 100 %. Hal ini menunjukkan bahwa koagulan besi berbahan baku lumpur kurang efektif di dalam mendestabilkan koloid, sehingga flok yang terbentuk juga berkurang.

### 3.4 Total Zat Padat Terlarut (*Total Dissolved Solid/TDS*)

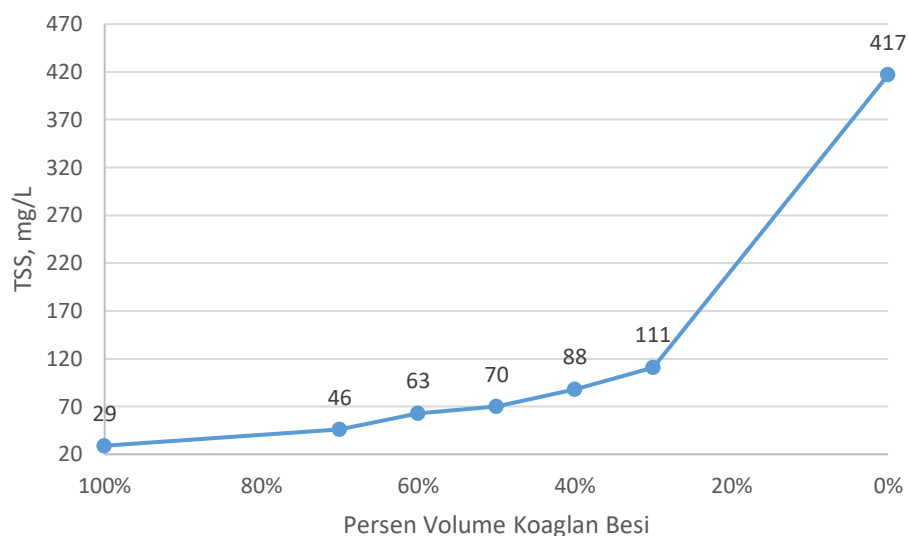


**Gambar 8. Pengaruh Persen Volume Koagulan Besi Komersial dalam koagulan campuran terhadap Warna**

Nilai TDS limbah cair sebelum dilakukan koagulasi flokulasi adalah 3500. Pada penambahan koagulan besi terlihat ada penurunan TDS namun tidak signifikan. Pada Gambar 8 memperlihatkan bahwa pemakaian dengan variasi persen volume koagulan besi komersial dan koagulan besi berbahan baku lumpur tidak berpengaruh terhadap zat pada terlarut (TDS).

### 3.5 Total Zat Padat Tersuspensi (*Total Suspended Solid/TSS*)

TSS menyebabkan kekeruhan pada air akibat padatan tidak terlarut dan tidak dapat langsung mengendap. Limbah cair banyak mengandung bahan-bahan tersuspensi dan partikel koloid. Semakin banyak jumlah koagulan yang ditambahkan pada limbah cair maka semakin banyak pula flok yang terbentuk. Dengan semakin banyaknya flok yang terbentuk maka bahan suspensi pada limbah cair ikut terendapkan dan residu pada filtrat akan berkurang. Hal ini terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Pengaruh Persen volume Koagulan Besi Komersial dalam Koagulan campuran terhadap TSS

Gambar 9 memperlihatkan bahwa dengan penambahan koagulan besi terjadi penurunan nilai TSS yang besar. Dari sebelumnya nilai TSS 431 dan turun menjadi 29 pada penggunaan koagulan besi komersial 100 %. Pada persen volume komersial 70 %, TSS limbah cair naik pada angka 46. Nilai TSS ini masih di bawah baku mutu limbah cair. Pada persentase penggunaan koagulan besi berbahan baku lumpur yang lebih berat terlihat kenaikan pada angka yang sudah tidak memenuhi baku mutu. Nilai TSS naik signifikan pada pemakaian koagulan besi berbahan baku lumpur 100 %, bahkan nilainya hampir mendekati nilai TSS sebelum dilakukan koagulasi-flokulasi. Hal ini menunjukkan bahwa koagulan berbahan baku lumpur kurang efektif bekerja sebagai koagulan.

### Simpulan

- 1) Semakin kecil persen volume koagulan besi komersial dalam campuran dengan koagulan besi berbahan baku lumpur pada proses koagulasi-flokulasi menghasilkan kualitas air yang semakin buruk baik dari parameter kekeruhan, TSS dan TDS.
- 2) Campuran koagulan besi komersial dan koagulan besi dari lumpur yang memenuhi baku mutu untuk parameter TSS adalah koagulan campuran dengan persen koagulan besi komersial 70 % v/v, sedangkan yang kurang dari 70 % tidak memenuhi baku mutu.
- 3) Koagulan besi berbahan baku lumpur kurang efektif bekerja sebagai koagulan.

### Pustaka

- Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Kabupaten Bandung, 2014, *Buku Baku Mutu Air Limbah*.
- Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Daerah Provinsi Jawa Barat, 2006, *Buku Pegangan Manajer Pengendalian Pencemaran Air*, Bandung.
- Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Kabupaten Bandung, 2014, *Buku Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan beracun..*
- Ebeling, James M. dan Sarah R. Ogden (2004), *Application of Chemical Coagulation Aids for the Removal of Suspended Solids (TSS) and Phosphorus from the Microscreen Effluent Discharge of an Intensive Recirculating Aquaculture System*, North American Journal of Aquaculture 66:198-207.

- Degremont, 1991, *Water Treatment Handbook*, 9<sup>th</sup> edition, Vol. 1, New York.
- Kerry J. H. 2012. *Principles of Water Treatment* : John Willey & Sons, Inc, 2012.
- Liu I. 1999. *Environmental Engineers Handbook* :CRC Press LLC.
- Metcalf dan Eddy, Inc. 2004. *Wastewater Engineering, Treatment and Reuse*. 4<sup>th</sup> Ed. McGraw-Hill, Singapura.
- Reynolds, Tom D. dan Richards, Paul A.,1996, *Unit Operations and Processes in Environmental Engineering*, 2nd edition, PWS Publishing Company, Boston.
- Sunarto, 2005. *Teknik Pencelupan dan Pencapan Jilid 1: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan*.
- Woodard, F. 2001. *Industrial Waste Treatment Handbook* : Butterworth Heinemann.