

PEMANFAATAN BITTERN SEBAGAI KOAGULAN PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI KERTAS

Sutiyono

Jurusan Teknik kimia UPN"Veteran"Jatim

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui volume bittern terbaik sebagai koagulan dan nilai akhir dari TSS limbah cair. Limbah cair yang digunakan adalah limbah cair pada industri kertas PT Adiprima Suraprinta, Gresik. Kondisi yang ditetapkan adalah pH limbah cair = 11, Kecepatan pengadukan awal = 100 rpm, Kecepatan pengadukan lambat = 30 rpm, Waktu pengadukan awal = 1 menit, Waktu pengendapan = 60 menit. Kondisi yang dijalankan : Volume bittern (ml) = 1, 2, 3, dan 4, Waktu pencampuran (menit) = 15, 30, 45, 60, dan 75

Prosedur yang dilakukan pada penelitian ini adalah meliputi analisa awal, alkalisasi limbah, penyiapan volume bittern, jar test, dan analisa jar test. Analisa awal dan analisa jar test meliputi analisa pH dan TSS. Alkalisasi limbah bertujuan untuk mengubah pH awal limbah 7 menjadi 11. Proses alkalisasi limbah dilakukan dengan penambahan larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Proses jar test berguna untuk mereaksikan larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dengan bittern sebagai koagulan-flokulan untuk mengikat partikel-partikel yang tersuspensi agar mudah mengendap.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan penambahan volume bittern pada limbah cair industri kertas terjadi penurunan nilai TSS yang cukup signifikan. Selain volume bittern, waktu pengadukan lambat juga berpengaruh terhadap penurunan nilai TSS. Nilai TSS terendah diperoleh pada penambahan volume bittern 4 ml dengan waktu pengadukan 75 menit. Selain penurunan nilai TSS, % Recovery TSS yang diperoleh juga cukup tinggi yaitu 94,95 %. Untuk pH akhir mengalami penurunan dari 11 menjadi 8.

Kata kunci: bittern, pengadukan, koagulasi, flokulasi, sedimentasi.

Abstract

Research aim is to find best bittern volume as coagulants and end value of TSS liquid waste. Liquid waste used is liquid waste at PT. Adiprima Suraprinta paper industry, Gresik. Condition defined are liquid waste pH = 11, early stirring velocity = 100 rpm, slow stirring velocity = 30 rpm, early stirring time = 1 minute, time to solid for settled at bottom = 60 minute. The running condition are bittern volume (ml) = 1, 2, 3 and 4, stirring time (minutes) = 15, 30, 45, 60, and 75.

Conducted procedure on this research comprise early analysis, waste alkaline, bittern volume preparation, jar test, and jar test analysis. Early analysis and jar analysis comprise pH analysis and TSS. Waste alkaline purposed to change early waste pH from 7 to 11. Waste alkaline process conducted with addition of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ solution. Jar test process useful to react $\text{Ca}(\text{OH})_2$ solution with bitters as coagulant-floculant to string suspened particles to get easy to settled at the bottom.

The research result shown that with addition of bittern volume on liquid waste in paper industry the TSS value is decrease significantly. Beside bittern volume, slow stirring time also influential to TSS value decrease. TSS low value reach on 4 ml bittern volume addition with 75 minutes stirring time. Beside of TSS value decrease, TSS % recovery obtained high enough which is on 94,95%. For end pH has decrease from 11 to 8.

Keywords: Bittern, stirring, coagulation, flokulation, sedimentation.

Pendahuluan

Dilihat dari potensi laut yang cukup luas, pemanfaatan air laut beserta kekayaan yang di dalamnya perlu ditingkatkan. Selama ini, pemanfaatan air laut hanya terbatas untuk bidang perikanan dan industri garam. Padahal air laut banyak memiliki kandungan mineral yang dapat dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari.

Terutama pada industri garam yang produk sampingnya masih memiliki kandungan mineral yang cukup tinggi. Produk samping ini dikenal dengan nama bittern. Bittern merupakan cairan induk pembuatan garam. Bittern memiliki beberapa kandungan garam mineral, seperti magnesium klorida, kalium bromida, magnesium sulfat dan natrium klorida.

Bittern dimanfaatkan sebagai koagulan pada pengolahan limbah cair industri. Perlu diketahui setiap industri pasti menghasilkan limbah cair. Sedangkan kebutuhan air proses, air pendingin, steam dan air sanitasi yang diperoleh dari air sungai, masih perlu diolah terlebih dahulu. Dengan adanya penggunaan bittern sebagai koagulan, secara tidak langsung dapat meregenerasi air limbah menjadi air bersih yang dapat dipakai kembali baik dalam keperluan proses industri maupun sebagai air sanitasi. Penggunaan kembali limbah cair untuk keperluan industri akan menghasilkan penghematan biaya untuk penyediaan air bersih dan pengolahan limbah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas bittern sebagai koagulan pada limbah cair industri dan nilai akhir TSS pada limbah cair industri serta volume bittern terbaik sebagai koagulan

Tinjauan Pustaka

Limbah cair industri merupakan salah satu limbah cair yang sangat berbahaya bagi ekosistem. Oleh karena itu perlu adanya penanganan khusus. Limbah cair industri didefinisikan sebagai limbah cair yang sebagian besar terdiri dari buangan industri. Aktivitas dari bidang perindustrian sangat bervariasi. Variasi kegiatan bidang perindustrian dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jenis bahan baku yang diolah / diproses, jenis produk yang dihasilkan, kapasitas produksi, teknik/jenis proses produksi yang diterapkan, kemampuan modal, jumlah karyawan serta kebijakan manajemen industri (Soeparman, 2003).

Dalam hal ini limbah cair industri yang digunakan adalah limbah cair industri pulp dan kertas. Komponen utama dari limbah ini ada 2 macam (Clifton Poter et al, 1994), yaitu :

1. Air dari proses pencucian pulp setelah pemasakan dan pemisahan serat secara mekanis
2. Air dari proses pengelantangan konvensional dengan klor dan penghilangan lignin pada pembuatan pulp secara kimiawi

Baku mutu limbah cair

Setiap pengolahan limbah harus memenuhi baku mutu limbah yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Dalam hal ini limbah yang akan kami pakai adalah limbah cair industri pulp and paper. Baku mutu limbah cair industri sendiri adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam limbah cair domestik yang akan dibuang atau dilepas ke air permukaan, seperti yang tercantum pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Baku Mutu Limbah Cair Industri

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6 - 9
TSS	mg/L	75

Sumber : SK Gubernur Jawa Timur no 45 tahun 2002

Pengolahan limbah cair

Teknologi pengolahan limbah cair merupakan kunci dalam memelihara kelestarian lingkungan. Berbagai teknik pengolahan limbah cair untuk memisahkan bahan polutannya telah dicoba dan dikembangkan selama ini. Teknik-teknik pengolahan air buangan yang telah dikembangkan tersebut secara umum terbagi menjadi 3 metode pengolahan, diantaranya : 1). Pengolahan secara fisika, 2) Pengolahan secara kimia, 3) Pengolahan secara biologi.

Pengolahan secara fisika

Pada umumnya, sebelum dilakukan pengolahan lanjutan terhadap air buangan, diinginkan agar bahan-bahan tersuspensi berukuran besar dan yang mudah mengendap atau bahan-bahan yang terapung dipisahkan terlebih dahulu. Penyaringan merupakan cara yang efisien dan murah untuk memisahkan bahan tersuspensi yang berukuran besar. Bahan tersuspensi yang mudah mengendap dapat dipisahkan secara mudah dengan proses pengendapan. Selain

pengendapan, pengolahan secara fisika yang telah dikenal adalah flotasi, filtrasi, dialisis elektrik dan teknologi membran.

Pengolahan secara kimia

Pengolahan limbah cair secara kimia biasanya dilakukan untuk menghilangkan partikel-partikel yang tidak mudah mengendap, logam-logam berat, senyawa fosfor dan zat organik beracun dengan membubuhkan bahan kimia tertentu yang diperlukan. Pemisahan bahan-bahan tersebut pada prinsipnya berlangsung melalui perubahan sifat bahan-bahan tersebut, yaitu dari tak dapat diendapkan menjadi mudah terendapkan, baik dengan atau tanpa reaksi oksidasi-reduksi, dan juga berlangsung sebagai hasil reaksi oksidasi. Pengolahan secara kimia yang telah dikenal antara lain koagulasi, flokulasi, adsorpsi, dan ozonisasi.

Pengolahan secara biologi

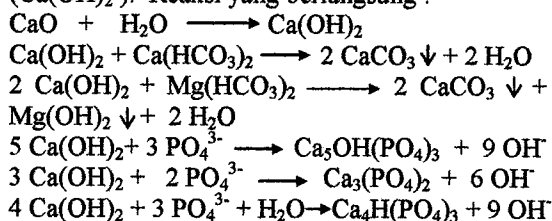
Semua limbah cair yang biodegradable dapat diolah secara biologi. Sebagai pengolahan sekunder, pengolahan secara biologi dipandang sebagai pengolahan yang paling murah dan efisien. Dalam beberapa dasawarsa telah berkembang berbagai metode pengolahan biologi dengan segala modifikasinya, diantaranya proses lumpur aktif, aerasi, nitrifikasi dan denitrifikasi.

Koagulan

Jenis - jenis koagulan yang dikenal saat ini sangat beragam. Dari seluruh jenis koagulan tersebut memiliki sifat, karakteristik dan cara kerja yang berbeda. Berikut ini beberapa jenis koagulan yang sering digunakan :

1. Lime coagulation

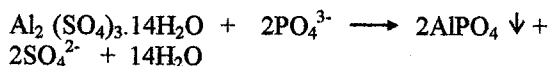
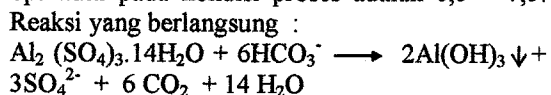
Lime (kapur) merupakan jenis koagulan yang dipakai pada limbah cair dengan kadar alkalinya tinggi serta mengandung kalsium, oksigen dan magnesium. Selain berfungsi sebagai koagulan, lime juga digunakan sebagai bahan alkalinitas dan penyesuai pH (pH adjustment) pH kondisi operasi 9 - 11. Ada 2 jenis lime yang digunakan, yaitu quicklime (CaO) dan hydrated lime (Ca(OH)₂). Reaksi yang berlangsung :



Mekanisme proses : kapur berupa CaO dilarutkan ke dalam air sehingga akan terbentuk larutan Ca(OH)₂. Larutan Ca(OH)₂ dicampurkan ke dalam air limbah yang akan diolah dan dilakukan pengadukan sampai terbentuk flok-flok yang kemudian akan mengendap. Bereaksi pada air limbah dengan menurunkan kadar zat padat tersuspensi (TSS) maupun zat padat terlarut (TDS).

2. Alum Coagulation

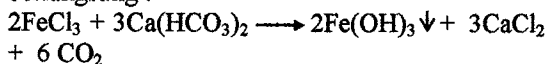
Dikenal dengan nama tawas. Berupa aluminium sulfat Al₂(SO₄)₃.14H₂O dan merupakan golongan asam kuat. Tidak bersifat korosif, membentuk flok-flok berwarna putih. pH optimum pada kondisi proses adalah 6,5 - 7,5. Reaksi yang berlangsung :



Mekanisme proses: umumnya digunakan sebagai perubah netralisasi (charge neutralization) dan koagulasi besar (sweep coagulation). Aluminium sulfat ini dicampurkan ke dalam air limbah disertai dengan pengadukan. Aluminium sulfat bereaksi dalam air limbah dengan cara mengikat unsur fosfor dan unsur karbonat, sehingga kadar fosfor dan karbonat dalam air limbah dapat diturunkan.

3. Ferric Chloride Coagulation

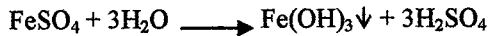
Berupa FeCl₃. Sifat keasamannya lebih kuat daripada aluminium sulfat. Bersifat korosif dan membentuk flok-flok berwarna merah kecoklatan. Flok-flok yang dibentuk sangat banyak dibandingkan menggunakan aluminium sulfat. pH optimum pada kondisi proses adalah 5 - 8. Koagulan ini juga digunakan sebagai perubah netralisasi dan koagulasi besar. Reaksi yang berlangsung :



Mekanisme proses : sama seperti aluminium sulfat, ferric chloride bereaksi pada air limbah dengan mengikat unsur fosfor dan unsur karbonat, sehingga dapat kadar fosfor dan karbonat pada air limbah dapat diturunkan.

4. Ferro Sulfat Coagulation

Berupa FeSO₄.7H₂O. Sifat, kondisi operasi dan mekanisme operasinya sama dengan Ferric Chloride. Reaksi yang berlangsung :



5. Polyaluminium Chloride (PAC)

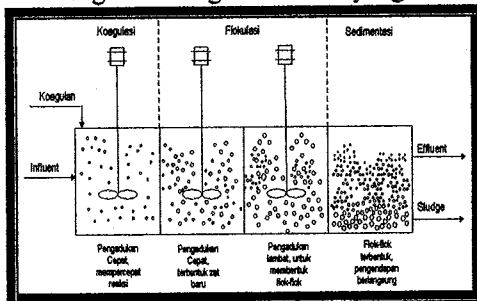
Merupakan jenis koagulan polimer. pH optimum pada kondisi proses 4,5 – 9,5. Harganya sangat mahal tetapi pengaruh terhadap pH dan alkalinitasnya sangat kecil.

Mekanisme proses : digunakan hanya sebagai perubah netralisasi. PAC dicampurkan ke dalam air limbah dan disertai dengan pengadukan sampai terbentuk flok-flok. Bereaksi dengan air limbah dengan menurunkan kadar zat padat tersuspensi dan zat padat terlarut.

Koagulasi – Flokulasi

Pada proses koagulasi diperlukan tahap – tahap proses berikut :

1. Pembentukan inti endapan atau bisa disebut juga tahap pengadukan cepat (rapid mix). Pada tahap ini dibutuhkan koagulan, yang fungsinya akan terjadi reaksi penggabungan koagulan dengan zat-zat yang ada dalam



Gambar 1. Proses Koagulasi - Flokulasi

Bittern

Bittern merupakan produk samping dari produksi garam berupa larutan jenuh sisa hasil kristalisasi larutan garam (brine) baik yang dilakukan dengan penguapan sinar matahari ataupun dengan bantuan alat kristalisator.

Walaupun sebagai produk samping, bittern memiliki banyak kandungan mineral, diantaranya magnesium klorida (MgCl_2), kalium klorida (KCl), magnesium sulfat (MgSO_4), natrium klorida (NaCl) dan garam-garam lainnya. Berikut ini komposisi dari bittern yang diperoleh dari kolam garam di daerah Osowilangun dan telah diuji pada BBTKL Surabaya :

Tabel 2. Hasil Analisa BBTKL Surabaya

Mineral	Kandungan (mg/L)
Magnesium	4040,2
Sisa Chlor	2
Sulfat	12500

limbah cair. Dalam hal ini bittern sebagai bahan koagulan. Pada tahap ini mutlak diperlukan pengadukan dan pengaturan pH. Pengadukan ini berlangsung pada 60 – 100 rpm selama 1 – 3 menit, pH yang diperlukan bergantung pada jenis koagulan yang digunakan. Dalam hal ini pH kondisi proses penggunaan bittern adalah 11.

2. Tahap flokulasi, yaitu penggabungan inti – inti endapan menjadi molekul besar (flok). Flokulasi dapat dilakukan dengan pengadukan lambat sekitar 40 – 50 rpm selama 15 – 90 menit. Pengadukan yang terlalu cepat dapat merusak flok-flok yang telah terbentuk
3. Tahap pemisahan flok dari cairan
Flok yang terbentuk selanjutnya dipisahkan dari cairannya, yaitu dengan cara diendapkan atau diapungkan, hingga diperoleh lumpur kimia (flok) dan limbah cair hasil pengolahan.

Bittern yang diperoleh dari penguapan sinar matahari (solar evaporation) dapat menggunakan 2 metode, yaitu :

a. Metode dorong (push method)

Metode ini dilakukan dengan cara pengenceran yang terjadi dalam kolam bittern. Pengenceran ini dilakukan dengan yang baru mengalirkan air laut (dipompa) ke dalam kolam bittern tersebut dan pengencerannya dibatasi.

a. Metode tarik (pull method)

Metode ini berbeda dengan metode sebelumnya, setiap pengenceran dilakukan dalam kolam pengenceran. Pada bagian akhir dari pengambilan bittern, beberapa pengenceran terjadi di dalam kolam bittern tersebut.

Sedangkan bittern yang diperoleh dari industri garam melalui beberapa proses. Air laut dipompa secara langsung menuju reaktor penguapan. Di reaktor ini, terjadi proses penguapan air laut sehingga diperoleh larutan garam (brine). Selain larutan brine, terdapat larutan jenuh (mother liquor) yang kita sebut sebagai bittern.

Bittern dapat berupa larutan pekat berwarna kuning agak kecoklatan, letaknya diatas kristal garam yang telah terbentuk. Atau berupa kristal (garam bittern) bercampur dengan tanah. pH bittern berkisar antara 6-

Metode Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah pabrik kertas yang diambil di PT Adiprima Suraprinta, Gresik Hasil analisa tersebut berupa TSS awal 99 mg/L dan pH awal = 7. Larutan bittern dari tambak Osowilangun, Surabaya dianalisa di BBTKL. Hasil analisa tersebut berupa kadar magnesium 4040,2 mg/L. kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) diperoleh dari UNESA Surabaya. aquadest secukupnya untuk keperluan pembuatan larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Peralatan yang digunakan adalah flocculator jar test, dilengkapi pengaduk, beaker glass 500 ml, gelas ukur 10 ml, corong kaca dan erlenmeyer 100 ml, pipet, pH meter digital dilengkapi layar.

Kondisi yang ditetapkan adalah pH limbah cair = 11, Kecepatan pengadukan awal = 100 rpm, Kecepatan pengadukan lambat = 30 rpm, Waktu pengadukan awal = 1 menit, Waktu pengendapan = 60 menit. Kondisi yang dijalankan : Volume bittern (ml) = 1, 2, 3, dan 4, Waktu pencampuran (menit) = 15, 30, 45, 60, dan 75

Prosedur yang dilakukan pada penelitian ini adalah meliputi analisa awal, alkalisasi limbah, penyiapan volume bittern, jar test, dan analisa jar test. Analisa awal dan analisa jar test meliputi analisa pH dan TSS. Alkalisasi limbah bertujuan untuk mengubah pH awal limbah 7 menjadi 11. Proses alkalisasi limbah dilakukan dengan penambahan larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Proses jar test berguna untuk mereaksikan larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dengan bittern sebagai koagulan-flokulan untuk mengikat partikel-partikel yang tersuspensi agar mudah mengendap.

Hasil dan Pembahasan

Hasil analisa awal, analisa akhir limbah kertas dan perhitungan % Recovery TSS tersebut pada table dibawah ini

Tabel 3. Analisa Awal Limbah Pabrik Kertas PT Adiprima Suraprinta

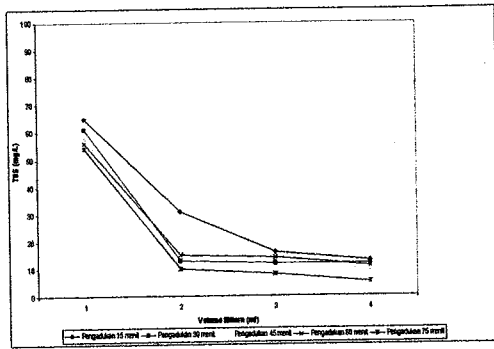
Parameter	Hasil Analisa
TSS	99 mg/L
pH	7

Tabel 4. Analisa Akhir (Hasil Penelitian) Limbah Pabrik Kertas PT Adiprima Suraprinta

Waktu Pengadukan Lambat	Penambahan Volume (ml)	TSS (mg/L)
15 menit	1	65
	2	31
	3	16
	4	13
30 menit	1	61
	2	13
	3	12
	4	12
45 menit	1	58
	2	11
	3	10
	4	10
60 menit	1	56
	2	15
	3	14
	4	11
75 menit	1	54
	2	10
	3	8
	4	5

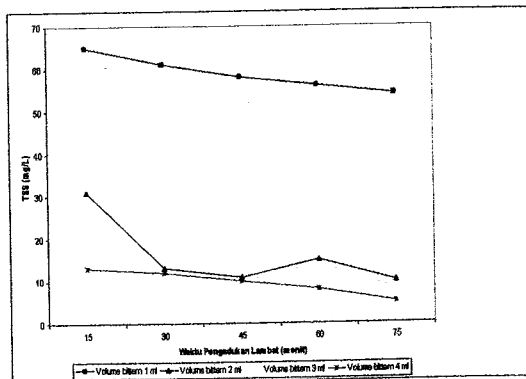
Tabel 5. Hasil Perhitungan % Recovery TSS

Waktu Pengadukan Lambat	Penambahan Volume (ml)	% Recovery TSS
15 menit	1	34,34
	2	68,69
	3	83,84
	4	86,87
30 menit	1	38,38
	2	86,87
	3	87,88
	4	87,88
45 menit	1	41,41
	2	88,89
	3	89,90
	4	89,90
60 menit	1	43,43
	2	84,85
	3	85,86
	4	88,89
75 menit	1	45,45
	2	89,90
	3	91,92
	4	94,95



Gambar.2. Pengaruh Penambahan Volume Bittern terhadap TSS Limbah Pabrik Kertas PT Adiprima Surapinta

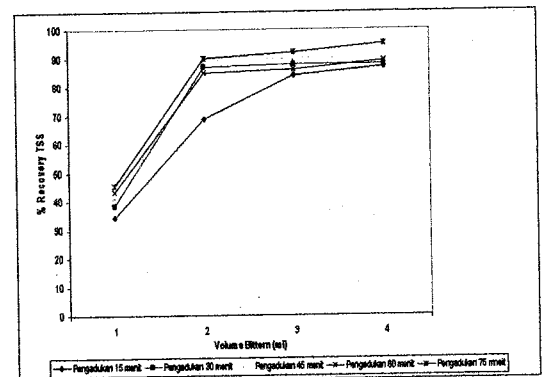
Gambar 2 menunjukkan nilai TSS berkisar antara 50 – 70 mg/L. Hal ini menunjukkan TSS yang dikandung pada limbah cair industri kertas menurun 30 – 80%. Hal ini terjadi karena pada awal reaksi, pergerakan partikel-partikel solid yang bereaksi dengan koagulan-flokulan bereaksi secara cepat dan jumlah koagulan-flokulan yang bereaksi dengan partikel-partikel solid sangat banyak, sehingga nilai TSS menurun tajam. Sedangkan untuk penambahan bittern sebanyak 3 dan 4 ml, kurva terus menurun, tetapi tidak seberapa tajam. Hal ini dikarenakan jumlah koagulan-flokulan yang bereaksi dengan partikel-partikel solid berkurang dan flok-flok besar mulai terbentuk. Flok-flok yang terbentuk mengendap, sehingga membuat nilai TSS semakin menurun. Dari gambar 2, nilai minimum TSS 5 mg/L diperoleh pada penambahan bittern 4 ml dengan waktu pengadukan 75 menit.



Gambar 3. Pengaruh Waktu Pengadukan Lambat terhadap TSS Limbah Pabrik Kertas PT Adiprima Surapinta

Gambar 3 menunjukkan ada penyimpangan dua kurva, yaitu pada penambahan bittern 2 ml dan 3 ml dengan

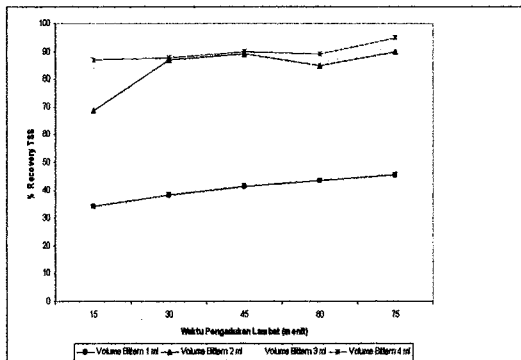
waktu pengadukan lambat 60 menit. Penyimpangan ini diakibatkan tidak maksimalnya proses antara koagulan-flokulan sebagai reaktan dengan partikel-partikel solid sehingga proses homogenitas tidak sempurna dan nilai TSS naik. Proses homogenitas yang tidak sempurna diakibatkan adanya flok-flok yang pecah dan larut kembali dalam limbah cair. Untuk kurva penambahan bittern 1 ml dan 4 ml, pergerakannya teratur. Keteraturan kurva ini disebabkan proses homogenitas terjadi sempurna. Proses homogenitas yang terjadi dalam hal ini antara bittern dan Ca(OH)_2 dengan limbah cair pabrik kertas. Dengan bertambahnya waktu pengadukan lambat, pembentukan flok-flok semakin banyak dan sempurna, yang kemudian terjadi pengendapan flok-flok. Pengendapan flok-flok menyebabkan nilai TSS semakin lama semakin menurun. Nilai TSS minimum pada gambar 2 diperoleh pada penambahan bittern 4 ml dan waktu pengadukan lambat 75 menit.



Gambar 4. Pengaruh Penambahan Volume Bittern terhadap % Recovery TSS

Gambar 4 menunjukkan, pergerakan seluruh kurvanya merupakan kebalikan dari kurva pada gambar 5. Penambahan bittern sebanyak 1 ml dalam limbah cair industri kertas hanya menghasilkan % recovery sekitar 30 – 40 %. Hal ini menunjukkan pada awal reaksi, koagulan-flokulan masih sedikit bereaksi dengan partikel-partikel solid. Setelah penambahan bittern 2 ml, kurva naik secara tajam. Hal ini dapat dilihat dari % recovery yang diperoleh sekitar 60 – 85 %. Hal ini menunjukkan koagulan-flokulan telah bekerja secara maksimal dalam mengikat partikel-partikel solid untuk kemudian diendapkan. Penambahan bittern 3 dan 4 ml hanya menambah sedikit % recovery. Hal ini dikarenakan, koagulan-

flokulan yang bekerja sebagai reaktan jumlahnya berkurang. % Recovery TSS maksimum yang diperoleh sebesar 94,95 %



Gambar 5. Pengaruh Waktu Pengadukan Lambat terhadap % Recovery TSS

Gambar 5 menunjukkan, pengadukan lambat selama 15 menit menghasilkan % recovery yang diperoleh sekitar 30 – 90 %. Perbedaan % recovery ini dipengaruhi oleh penambahan volume bittern. Dari waktu pengadukan lambat 15 menit, % recovery maksimum diperoleh pada penambahan bittern 4 ml. Untuk pengadukan lambat 30 dan 45 menit, % recovery mengalami kenaikan yang cukup signifikan. Hal ini mengakibatkan TSS yang tererecovery semakin banyak dan % Recovery TSS semakin tinggi. Untuk waktu pengadukan lambat 60 menit, ada beberapa kurva yang mengalami penurunan. Peristiwa ini diakibatkan karena tidak maksimalnya dari proses koagulasi-flokulasi. Tidak maksimalnya proses koagulasi-flokulasi diakibatkan dari proses homogenitas yang tidak sempurna berupa pecahnya sebagian flok-flok dan kembali larut dalam limbah cair. Untuk waktu pengadukan lambat 75 menit, kurva mengalami kenaikan. Kenaikan kurva ini terjadi karena proses homogenitas yang sebelumnya tidak sempurna kembali berlangsung sempurna. Waktu pengadukan lambat yang semakin lama mengakibatkan proses homogenitas antara koagulan-flokulan dengan partikel-partikel solid berlangsung sempurna dan terbentuk banyak flok besar, sehingga memudahkan untuk proses pengendapan. Nilai % recovery maksimum yang diperoleh sebesar 94,95 %.

Kesimpulan dan Saran

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa Bittern mampu bekerja secara maksimal sebagai koagulan-flokulan bila

dicampur dengan larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$. dan Dengan penambahan volume bittern 1, 2, 3, dan 4 ml serta waktu pengadukan lambat 15, 30, 45, 60, dan 75 menit, mampu menurunkan nilai TSS hingga mencapai 94,95 %.

Saran dari penelitian ini bahwa untuk mengetahui efektifitas dari suatu koagulan terhadap limbah yang akan diolah, maka perlu diukur volume awal limbah dan volume koagulan yang akan digunakan dan peralatan jar test yang akan digunakan untuk proses pengolahan limbah perlu diperhatikan serta pH meter merupakan alat terpenting dalam keberhasilan dan kelancaran proses pengolahan limbah, oleh karena itu hendaknya perlu diperhatikan kelayakan dari alat tersebut.

Daftar Pustaka

- Diwani G.E, Rafie E.S, 2002, " Journal of Bittern As Coagulants for Treatment of Municipal Waste Water ", National Research Center Chemical Engineering and Pilot Plant Lab, USA.
- Eckenfelder W.W, 1990, " Industrial Water Pollution Control ", New York : McGraw-Hill Book Company.
- Save Fransisco Bay Association, 2002, " Turning Salt Into Environmental Gold ", San Fransisco, USA.
- Sugiharto, 1987, " Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah ", Universitas Indonesia, Jakarta.
- Sundstrom D.W, Klei H.E, 1979, " Waste Water Treatment ", Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffs, New York.