

Pengolahan Limbah Cair Sasirangan Menggunakan Filter Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit Berlapiskan Kitosan Setelah Koagulasi dengan FeSO_4

FILTRATION OF SASIRANGAN WASTEWATER TREATMENT USING OIL PALM SHELL ACTIVE CHARCOAL COATED WITH CHITOSAN AFTER COAGULATION WITH FeSO_4

Utami Irawati*, Umi Baroroh Lili Utami, Hanifa Muslima

**Prog. Studi Kimia Fakultas MIPA Universitas Lambung Mangkurat
Jl. A. Yani Km 36 Banjarbaru, Kalimantan selatan
utami_irawati@yahoo.co.uk**

ABSTRACT

Filtration of sasirangan wastewater using oil palm shell active charcoal coated with chitosan after coagulation with FeSO_4 had been done. One of the aims of this research is to compare the value of pH, COD, Turbidity, TSS, total chromium and total lead in sasirangan wastewater after the treatment standards for waste quality set by Peraturan Gubernur Kalimantan Selatan Nomor 036 Tahun 2008, and to determine adsorption ability of filter based on the volume of Pb(II) solution being flown to 50 grams of adsorben. The wastewater of sasirangan was processed by using FeSO_4 as coagulant under the optimum conditions at pH 8-10 and concentration 750 mg/l followed by filtration. Parameters of effluent being measured were pH, COD, Turbidity, TSS, total chromium and total lead. Determination of adsorption capacity of the filter was done by flowing 35 liters of Pb(II) solution into the filter. The results showed that FeSO_4 as coagulant has reduced pH value from 8,73-7,95 while the percentage of decrease for COD, TSS, turbidity and total lead were 93,33%, 56,95%, 65,10% and 10% respectively. After sasirangan wastewater was filtered, TSS, turbidity and total lead decreased as much as 77,25%, 87,63% and 77,78%. As much as 50 grams oil palm shell active charcoal coated with chitosan reach its saturation after being passed by 30 liters of Pb(II) solution.

Keywords: *Sasirangan wastewater, coagulant FeSO_4 , active charcoal, chitosan*

PENDAHULUAN

Limbah cair sasirangan sebagai salah satu bentuk industri tekstil yang memiliki daya cemar yang tinggi sehingga belum memenuhi syarat untuk dibuang ke lingkungan sebelum diolah. Parameter pencemaran limbah cair sasirangan melebihi baku mutu limbah cair industri tekstil berdasarkan Peraturan Gubernur

Kalimantan Selatan Nomor 036 Tahun 2008 (Rubiyah, 2000).

Salah satu teknik pengolahan limbah cair sasirangan ini adalah dengan cara koagulasi dengan menggunakan koagulan seperti aluminium sulfat (tawas), FeSO_4 , *Poly aluminium chlorida* dan polielektrolit organik. Menurut Migo *et al* (1993), koagulasi yang efektif terjadi pada selang

pH tertentu. Hasil penelitian Normilawati (2006) menunjukkan bahwa pH 8-10 dan konsentrasi FeSO_4 sebesar 750 mg/l yang ditambahkan pada 500 ml limbah cair sasirangan merupakan kondisi optimum penggunaan koagulan FeSO_4 .

Pengolahan limbah cair sasirangan juga dapat dilakukan dengan memanfaatkan biomaterial seperti kitosan dan arang aktif. Penggunaan kitosan dan arang aktif sebagai biosorben meskipun telah banyak digunakan masih mempunyai beberapa kelemahan. Onar & Sarisik (2003) menyatakan bahwa kitosan mudah larut dalam larutan asam di bawah pH 6, sehingga tidak dapat digunakan sebagai adsorben pada pH rendah. Oleh karena itu, agar dapat digunakan pada pH rendah, maka kitosan dapat dilapiskan pada suatu substrat seperti arang aktif dari cangkang kelapa sawit. Kombinasi dari kedua biomaterial tersebut dapat diolah menjadi suatu adsorben dengan kemampuan adsorpsi yang lebih baik.

Hasil penelitian Kusmawardhany (2009) menunjukkan bahwa kitosan 1% yang dilapiskan pada arang aktif cangkang kelapa sawit menunjukkan kelarutan yang paling rendah. Hasil penelitian Hartanto (2009) menunjukkan bahwa kitosan yang dilapiskan pada arang aktif cangkang kelapa sawit mencapai waktu kesetimbangan adsorpsi Pb(II) setelah 45

menit dengan kapasitas adsorpsi sebesar 10,11 mg/g. Hasil penelitian Norlina (2009) menunjukkan bahwa adsorpsi Cr(III) oleh kitosan yang dilapiskan pada arang aktif cangkang kelapa sawit berlangsung optimum pada pH 5 dan mencapai waktu kontak optimum adsorpsi setelah 60 menit. Hasil penelitian Anggono (2009) menunjukkan nilai kapasitas adsorpsi Cr(III) oleh arang aktif cangkang kelapa sawit berlapis kitosan adalah sebesar 5,208 mg/g. Berdasarkan uraian di atas, kiranya adalah hal yang menarik untuk mengaplikasikan arang aktif cangkang kelapa sawit yang berlapis kitosan pada kondisi yang optimum sebagai filter pada pengolahan limbah cair sasirangan setelah dilakukan koagulasi dengan menggunakan FeSO_4 .

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan nilai pH, COD, kekeruhan, kadar TSS, Cr total dan Pb total pada limbah cair sasirangan setelah diolah secara koagulasi menggunakan FeSO_4 yang dilanjutkan dengan filtrasi menggunakan arang aktif cangkang kelapa sawit berlapis kitosan pada kondisi yang optimum dengan baku mutu limbah cair untuk industri tekstil. Serta mengetahui volume efluen Pb(II) yang digunakan sehingga 50 gram arang aktif cangkang kelapa sawit berlapis kitosan harus diregenerasi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan di Laboratorium Dasar Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru. Contoh limbah diambil dari industri rumah tangga sasisirangan.

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain : alat-alat gelas standar merk Pyrex, *Hot plate* merk Cimarec, pH meter Jenway 3040 ion Analyzer, neraca analitik OHAUS model Galaxy TM 160, termometer Philip Harris Limited, stirrer magnetik, botol semprot, tabung reaksi beserta raknya, shaker GFL 3005, buret merk E-mil, oven merk Memmert dan spektrofotometer serapan atom merk Varian tipe Spectra AA-30.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: kulit udang sebagai bahan dasar kitosan, cangkang kelapa sawit sebagai bahan dasar arang, indikator universal, kertas pH, HCl pekat (p.a Merck), akuades, NaOH (p.a Merck), asam oksalat (p.a Merck), asam nitrat (p.a Merck), asam sulfat (p.a Merck), KMnO_4 (p.a Merck), $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ (p.a Merck) dan $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (p.a Merck).

PROSEDUR PENELITIAN

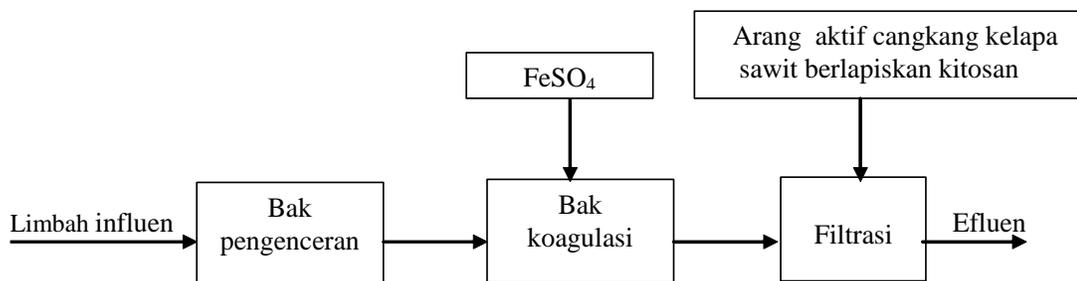
1. Pembuatan filter arang aktif cangkang kelapa sawit berlapis kitosan

Arang aktif cangkang kelapa sawit berlapis kitosan dimasukkan ke dalam pipa paralon (panjang 60 cm). Bagian bawah diberi kerikil sebagai penahan dan spon/busa dan dibagian atas pipa diberi spon/busa untuk menahan air limbah yang masuk untuk menahan arang terlapis kitosan. Bagian bawah juga diberi kran untuk mengalirkan air limbah. Filter ini dioperasikan pada pH, dan waktu kontak optimum.

2. Pembuatan desain pengolahan limbah cair sasisirangan

Perlakuan awal dilakukan melalui pengenceran limbah cair sasisirangan untuk meminimalisir pemakaian koagulan FeSO_4 . Dalam unit ini juga dilakukan penyaringan kasar terhadap limbah untuk menghilangkan kotoran-kotoran seperti benang yang tertinggal dari kain sasisirangan. Koagulasi dilakukan dengan mengalirkan 3 liter koagulan FeSO_4 750 mg/L ke dalam 150 liter limbah cair sasisirangan.

Susunan pengolahan limbah cair sasisirangan secara koagulasi menggunakan FeSO_4 dan filtrasi menggunakan arang aktif cangkang kelapa sawit berlapis kitosan ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Skema alir pengolahan limbah cair sasirangan

3. Pengolahan limbah cair sasirangan secara koagulasi dengan FeSO_4

Pengolahan limbah cair sasirangan secara koagulasi dengan menggunakan FeSO_4 dilakukan pada pH optimum 8-10 dengan konsentrasi efektif adalah 750 mg/l (Normilawati, 2006). Beberapa parameter pada limbah cair sasirangan seperti pH, COD, kekeruhan, TSS dan kadar Pb total dan Cr total diuji sebelum dan setelah pengolahan.

4. Pengolahan limbah cair sasirangan secara filtrasi setelah koagulasi dengan FeSO_4

Limbah cair sasirangan diuji dengan beberapa parameter pH, COD, kekeruhan, TSS dan kadar Pb total dan Cr total. Dilakukan pengujian setelah melewati filter arang aktif cangkang kelapa sawit berlapis kitosan.

5. Penentuan kemampuan adsorpsi filter

Efluen Pb(II) diukur dengan variasi volume 5, 10, 15, 20, 25, 30 dan 35 liter. Laju alir ditentukan dengan kecepatan 18 ml/menit. Kemudian efluen dianalisa dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom.

6. Analisis Data

Data yang diperoleh dibuat tabel dan grafik untuk melihat profil dan kinerja filter. Kemudian data yang didapatkan akan dibandingkan dengan baku mutu limbah tekstil berdasarkan Peraturan Gubernur Kalimantan Selatan Nomor 036 Tahun 2008.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Limbah cair sasirangan yang digunakan pada penelitian ini berasal dari industri tekstil rumah tangga sasirangan. Hasil analisis menunjukkan bahwa limbah cair sasirangan mengandung konsentrasi COD, padatan tersuspensi dan kekeruhan yang sangat tinggi dan melebihi ambang batas baku mutu limbah tekstil

berdasarkan Peraturan Gubernur Kalimantan Selatan Nomor 036 Tahun 2008.

1. Pengolahan Limbah Cair Sasirangan

Pengolahan limbah cair industri tekstil dapat dilakukan secara kimia, fisika ataupun gabungan dari keduanya. Pengolahan secara kimia dilakukan dengan cara koagulasi, flokulasi, dan netralisasi. Pengolahan limbah cair secara fisika dapat dilakukan dengan cara adsorpsi, filtrasi, dan sedimentasi (Agustina & Badewasta, 2009). Pengolahan limbah cair sasirangan dengan metode alir dalam penelitian ini dilakukan dengan menggabungkan pengolahan secara kimia dan fisika. Pengolahan secara kimia dilakukan dengan menambahkan koagulan FeSO_4 dan dilanjutkan pengolahan secara fisika dengan menggunakan filter arang aktif cangkang kelapa sawit berlapis kitosan.

a. Pengukuran pH

Hasil pengukuran pH limbah cair sasirangan setelah penambahan koagulan FeSO_4 dan dilanjutkan dengan filtrasi dapat dilihat pada Gambar 2.

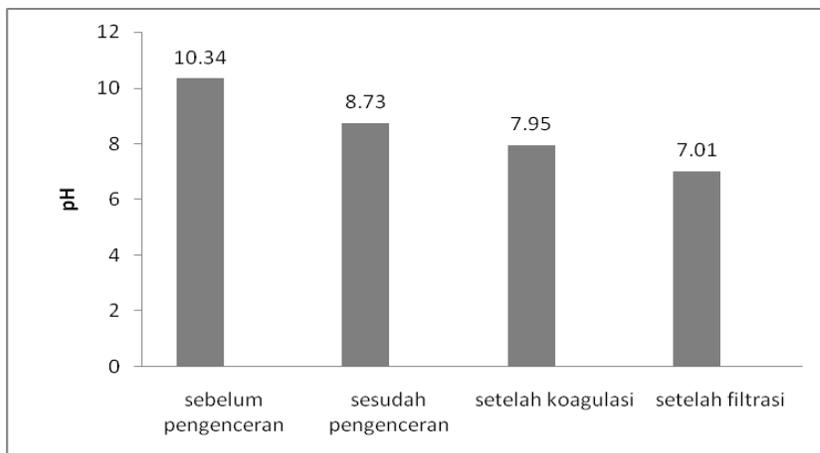
Menurut Manahan (1994), pada umumnya penggunaan koagulan untuk proses pengendapan akan menurunkan pH. Berdasarkan data di atas, dapat

diketahui bahwa setelah ditambahkan koagulan FeSO_4 , pH limbah cair sasirangan yang sebelumnya 8,73 menurun menjadi pH 7,95. Hal ini menandakan bahwa FeSO_4 bekerja efektif untuk meningkatkan kualitas limbah cair sasirangan. Suatu larutan dikatakan asam jika $[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$ dan sebaliknya, suatu larutan dikatakan basa jika $[\text{OH}^-] > [\text{H}^+]$ (Svehla, 1999). Koagulan FeSO_4 bekerja dengan cara mengikat OH^- yang terdapat pada limbah membentuk $\text{Fe}(\text{OH})_3$ yang akhirnya akan mengendap dalam larutan. Nilai pH setelah koagulasi dengan FeSO_4 ini telah memenuhi standar baku mutu limbah cair untuk industri tekstil.

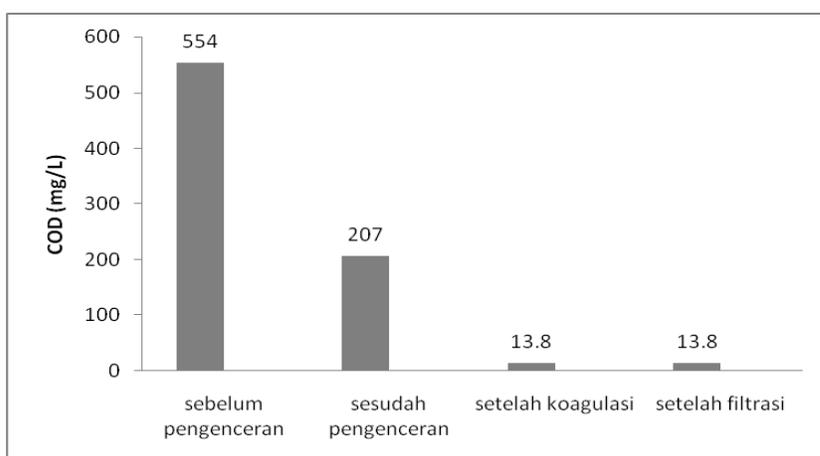
Setelah limbah diberikan perlakuan dengan koagulan FeSO_4 , kemudian limbah langsung dialirkan menuju ke filter. Nilai pH yang sebelumnya 7,95 menurun lagi menjadi pH 7,01. Perbedaan nilai pH pada kedua perlakuan tersebut tidak jauh berbeda. Hal ini sesuai dengan pernyataan Carera (2009) dalam penelitiannya bahwa arang aktif memiliki sifat netral sehingga tidak dapat menaikkan atau menurunkan pH.

b. Pengukuran COD

Hasil pengukuran COD limbah cair sasirangan setelah penambahan koagulan FeSO_4 dan dilanjutkan dengan filtrasi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. pH limbah cair sasirangan dalam berbagai tahap pengolahan



Gambar 3 COD limbah cair sasirangan dalam berbagai tahap pengolahan

Berdasarkan data pada Gambar 3, koagulan FeSO_4 mampu menurunkan kadar COD yang sebelumnya 207 mg/l menjadi 13,8 mg/l. Hal ini terjadi karena koagulan FeSO_4 mampu mengendapkan senyawa aromatik dan senyawa organik yang terdapat pada limbah yang menandakan bahwa FeSO_4 efektif digunakan untuk pengolahan limbah cair sasirangan. Menurut Karamah & Kostiano (2008) proses yang terjadi dalam

pemisahan senyawa-senyawa organik dan anorganik ini, kurang lebih sama dengan pemisahan koloid, yaitu berupa proses pendestabilan koloid yang diikuti dengan pembentukan flok dan pengendapan.

Setelah limbah dialirkan menuju filter, kadar COD tidak mengalami perubahan. Hal tersebut menandakan filter tidak mampu mengadsorpsi kontaminan organik yang terkandung dalam limbah. Hal ini berbeda dengan pernyataan Agustina &

Badewasta (2009) dalam penelitiannya, bahwa proses adsorpsi oleh arang aktif mampu menyisihkan senyawa aromatik (misalnya fenol) dan senyawa organik terlarut lainnya dengan cara mengadsorpsi molekul adsorbat dalam rongga arang aktif.

Hal tersebut kemungkinan disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah penyerapan yang tidak maksimal oleh filter dan waktu kontak antara limbah cair dengan filter yang terlalu singkat. Menurut Reynolds (1982), waktu kontak merupakan suatu hal yang sangat menentukan dalam proses adsorpsi. Konsentrasi zat-zat organik akan turun apabila waktu kontakannya cukup dan waktu kontak berkisar 10 – 15 menit.

c. Pengukuran TSS

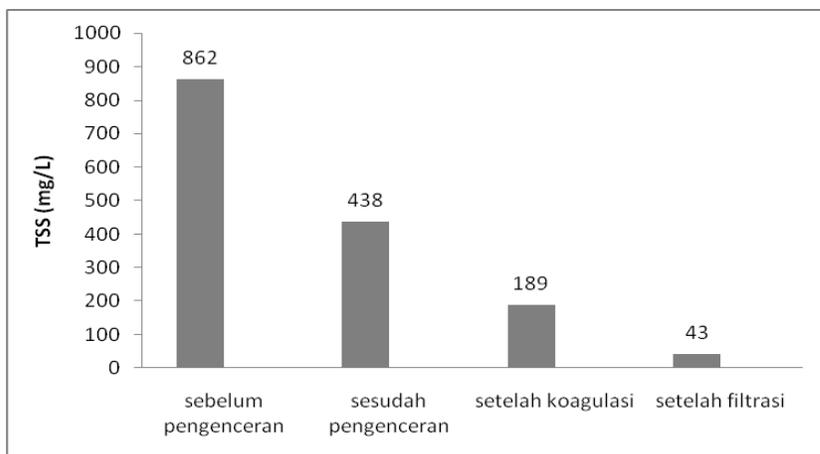
Hasil pengukuran TSS limbah cair sasirangan setelah penambahan koagulan FeSO_4 dan dilanjutkan dengan filtrasi dapat dilihat pada Gambar 4.

Total Suspended Solid (TSS) atau total padatan tersuspensi adalah padatan yang tersuspensi di dalam air berupa bahan-bahan organik dan anorganik. Berdasarkan data di atas, koagulan FeSO_4 mampu menurunkan kadar TSS dari 439 mg/l menjadi 189 mg/l dengan persentase penurunan 56,95%. Hal ini berbeda dengan hasil penelitian Normilawati

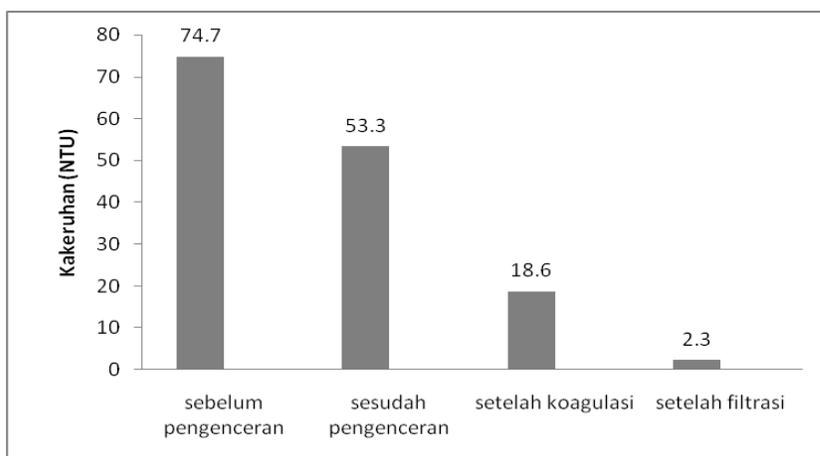
(2006), bahwa koagulan FeSO_4 mampu menurunkan nilai TSS hingga 98,11%.

Hal tersebut disebabkan karena beberapa faktor, antara lain waktu tinggal yang kurang optimum dan metode pengolahan limbah cair yang digunakan. Menurut Karamah & Kostiano (2008) waktu tinggal yang optimum untuk koagulan FeSO_4 adalah 1 jam. Ada pun metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode alir. Berbeda halnya dengan Normilawati (2006) dalam penelitiannya menggunakan metode *batch*, dimana metode ini lebih memungkinkan untuk menggunakan waktu tinggal yang optimum selama 1 jam. Disamping itu, limbah cair sasirangan yang digunakan pun berbeda, sehingga kualitasnya pun berbeda.

Berdasarkan hasil penelitian di atas, TSS limbah cair sasirangan setelah koagulasi menggunakan koagulan FeSO_4 masih di atas standar baku mutu. Sehingga perlakuan lebih lanjut sangat dianjurkan, yaitu dengan menggunakan filter arang aktif cangkang kelapa sawit berlapis kitosan. Setelah limbah cair sasirangan dialirkan pada filter, nilai TSS menurun dari 189 mg/l menjadi 43 mg/l dengan persentase penurunan sebesar 77,24%. Dengan demikian, nilai ini sudah memenuhi standar baku mutu limbah cair untuk industri tekstil.



Gambar 4 TSS limbah cair sasirangan dalam berbagai tahap pengolahan



Gambar 5 Kekeruhan limbah cair sasirangan dalam berbagai tahap pengolahan

d. Pengukuran kekeruhan

Hasil pengukuran kekeruhan limbah cair sasirangan setelah penambahan koagulan FeSO_4 dan dilanjutkan dengan filtrasi dapat dilihat pada Gambar 5.

Berdasarkan Gambar 5, limbah cair sasirangan menurun seiring dengan diberinya perlakuan. Kadar kekeruhan limbah cair sasirangan setelah diberi

koagulan FeSO_4 menurun dari 53,3 NTU menjadi 18,6 NTU dengan persen penurunan sebesar 65,1%. Meskipun penurunan ini tidak optimal dibandingkan dengan metode *batch*, akan tetapi kekurangan ini dapat diselesaikan dengan perlakuan selanjutnya yaitu pengolahan secara filtrasi. Dengan pengolahan secara filtrasi nilai kekeruhan limbah cair sasirangan dapat diturunkan dari 18,6

NTU menjadi 2,3 NTU dengan persen penurunan sebesar 87,63%.

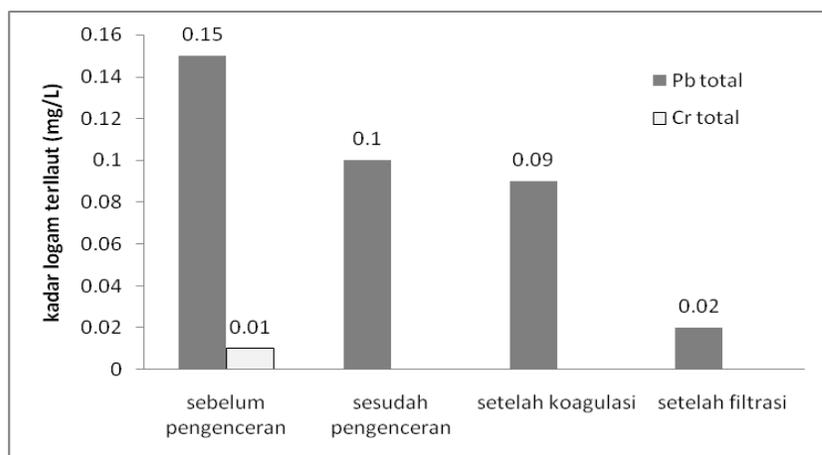
e. Pengukuran Cr total dan Pb total

Hasil pengukuran kadar logam limbah cair sasirangan setelah penambahan koagulan FeSO_4 dan dilanjutkan dengan filtrasi dapat dilihat pada Gambar 6.

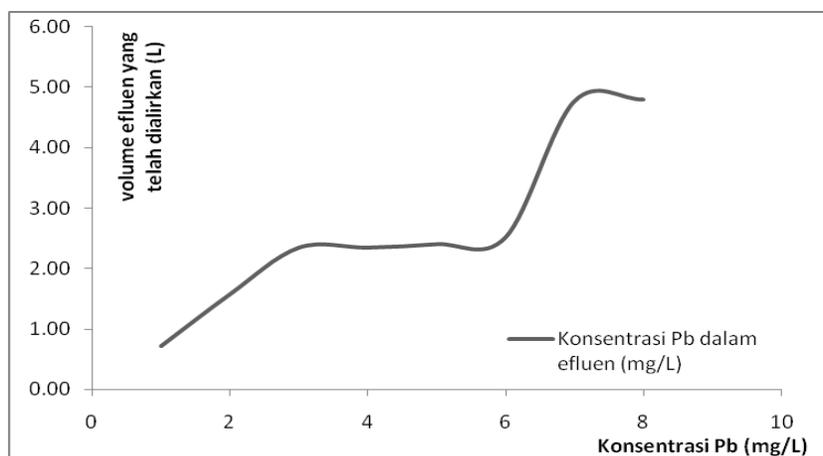
Berdasarkan Gambar 6, terlihat bahwa kadar Cr total dan Pb total pada limbah cair sasirangan sebelum pengenceran maupun sesudah pengenceran tidak mengalami perubahan yang signifikan. Karena kadarnya yang sangat rendah, meskipun belum diberi perlakuan limbah cair sasirangan ini sudah memenuhi baku mutu.

Kadar Pb total, meskipun tidak ada standar menurut baku mutu limbah cair untuk industri tekstil, akan tetapi dapat terlihat perbedaan nilainya antara limbah

yang diberi perlakuan dengan yang tidak diberi perlakuan. Koagulan FeSO_4 mampu menurunkan kadar Pb total dari 0,1 mg/l menjadi 0,09 mg/l. Setelah dilanjutkan dengan filtrasi kadar Pb total menurun dari 0,09 mg/l menjadi 0,02 mg/l. Penurunan kadar Pb total oleh filter lebih besar dibandingkan persen penurunan oleh koagulan. Hal ini dikarenakan dalam pengolahan limbah cair sasirangan ini, yang berperan aktif dalam penurunan kadar logam adalah filter arang aktif berlapisan kitosan tersebut. Penurunan kadar Pb total setelah limbah dialirkan pada filter menandakan bahwa logam tersebut telah teradsorpsi oleh arang aktif berlapisan kitosan. Berbeda halnya dengan Cr total, setelah diberikan perlakuan dengan menambahkan koagulan FeSO_4 dan dilanjutkan dengan filtrasi kadar Cr total tidak terdeteksi lagi.



Gambar 6 Kadar logam dalam limbah cair sasirangan dalam berbagai tahap pengolahan



Gambar 7 Konsentrasi Pb dalam limbah cair sasirangan

2. Penentuan Kemampuan Adsorpsi Filter

Penentuan kemampuan adsorpsi filter arang aktif cangkang kelapa sawit berlapisan kitosan dilakukan dengan mengalirkan Pb(II) 5 mg/l. Filter dibuat dengan memasukkan 50 gram arang aktif cangkang kelapa sawit berlapisan kitosan dalam sebuah pipa berukuran 0,5 inci dan panjang 30 cm. Debit air diatur dengan kecepatan 18 ml/menit. Penentuan kemampuan adsorpsi filter dilakukan setiap penambahan 5 liter Pb(II). Adapun hasil analisis konsentrasi Pb(II) dalam efluen dapat dilihat pada Gambar 7.

Kondisi di atas telah menunjukkan bahwa filter mengalami tingkat kejenuhan setelah dialirkan Pb(II) sebanyak 30 liter. Hal ini dimungkinkan karena filter tidak mampu lagi mengadsorpsi logam karena sudah berada pada keadaan jenuh dimana

situs-situs aktif yang ada pada filter telah penuh mengikat adsorbat yang dalam hal ini adalah Pb(II).

Hal ini sesuai dengan pernyataan Rahayu (2004) dalam penelitiannya, dimana semakin lama adsorben digunakan maka volume air yang telah melewati filter semakin banyak, sehingga dimungkinkan banyaknya logam yang telah terikat oleh arang tersebut juga sudah banyak, oleh karena itu kemampuan absorpsi terhadap logam menurun, sehingga filter sudah harus diregenerasi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa nilai pH, COD, TSS, kekeruhan dan kadar Pb pada limbah cair sasirangan setelah dilakukan pengolahan dengan koagulan FeSO₄ dan dilanjutkan dengan filtrasi telah memenuhi standar baku mutu limbah berdasarkan Peraturan Gubernur Kalimantan Selatan Nomor 036

Tahun 2008. Persen penurunan nilai COD, TSS, kekeruhan dan kadar Pb total setelah koagulasi berturut-turut sebesar 93,33%, 56,95%, 65,10% dan 10% dengan penurunan pH dari 8,73 menjadi 7,95. Persen penurunan TSS, kekeruhan dan Pb total setelah filtrasi berturut-turut sebesar 77,25%, 87,63% dan 77,78%. Filter arang aktif cangkang kelapa sawit berlapis kitosan sebanyak 50 gram tidak mampu lagi mengadsorpsi logam setelah dilewatkan 30 liter larutan Pb(II), sehingga harus diregenerasi.

DAFTAR PUSTAKA

Agustina, T. E & Badewasta, H. 2009. Pengolahan Limbah Cair Industri Batik Cap Khas Palembang Dengan Proses Filtrasi Dan Adsorpsi. *Seminar Nasional Teknik Nasional Indonesia*.

Carera, I. P. 2009. *Penghilangan Bau Amis dengan Metode Isoterm Adsorpsi Freundlich dengan Adsorben Karbon Aktif*. Makalah. Program Studi Strata-1 Kimia Fakultas MIPA, Universitas Negeri Malang, Malang.

Karamah, E. F & Kostiano, F. G. *Perbandingan Perlakuan Koagulasi dengan Menggunakan $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ terhadap Kinerja Membran Mikrofiltrasi Polypropilene Hollow Fiber*. Program Studi Teknik Kimia, Departemen Teknik Gas dan Petrokimia Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok.

Onar, N & M. Sarisik. 2003. *Using and Properties Biofibers based on Chitin and Chitosan on Medical applications*. Turkey.

Rahayu, T. 2004. Karakteristik Air Sumur Dangkal Di Wilayah Kartasura Dan Upaya Penjernihannya. *MIPA*. Vol. 14, No. 1

Rubiyah. 2000. *Teknologi Pengolahan Limbah*. NICOM. Banjarmasin. <http://www.rubiyah.com/about/limbah.htm>. Diakses tanggal 7 Oktober 2009.