



# JURNAL MEDIA TEKNIK



VOLUME 12 NO. 1  
JANUARI - APRIL 2015

TERDAFTAR SEBAGAI JURNAL ILMIAH  
SK LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA  
NO. 005.112/JL.3.02/SK.ISSN/2004

PENERBIT  
PUSAT PENELITIAN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PGRI PALEMBANG



## **JURNAL MEDIA TEKNIK**

Jurnal Media Teknik merupakan jurnal ilmiah yang telah terdaftar SK. LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA No. 0005.112/JI.3.02/SK.ISSN/2004 dan ISSN : 1693-8682. diterbitkan tiga kali setahun. Jurnal ini disebarluaskan pada seluruh fakultas teknik negeri dan swasta ( semua jurusan ).

Jurnal ini terutama menerima tulisan asli laporan penelitian, sedangkan studi kepustakaan dan bedah buku merupakan pelengkap.

Setiap tulisan yang dimuat dalam jurnal media teknik ini akan dinilai terlebih dahulu oleh pakar dibidang yang sesuai disiplin ilmunya.

### **Pelindung**

H.Syarwani Ahmad

### **Penanggung Jawab**

Muhammad Firdaus

### **Pengarah**

M Saleh Al Amin

Adiguna

Aan Safentry

### **Pimpinan Editorial**

Husnah

### **Dewan Editorial**

Agus Wahyudi

Muhrinsyah Fatimura

Muhammad Bakrie

Rully Masriatini

Nurlela

Marlina

Reno Fitriyanti

### **Mitra Bestari**

Dr.Erfina Oktariani,S.T,M.T ( STMI Kementerian Perindustrian RI)

Dr.Rer.nat. Risfidian Mohadi, S.Si., M.Si (Universitas Sriwijaya).

Dr. Eko Ariyanto, M.Eng, Chem (Universitas Muhamadiyah Palembang)

Daisy Ade Riany Diem, ST., MT. (Sekolah Tinggi Teknologi Wastukencana)

### **Staff Editor**

Yuni Rosiati

Endang Kurniawan

### **Alamat Redaksi :**

Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas PGRI Palembang  
Jalan Jend. A. Yani Lorong Gotong Royong 9/10 Ulu Palembang Sumatera Selatan  
Telp. 0711-510043 Fax. 0711-514782

**DAFTAR ISI**

**Artikel Penelitian**

KARBON AKTIF DARI LIMBAH KULIT PISANG SEBAGAI ADSORBEN PADA LIMBAH TENUN SONGKET <i>Rully Masriani</i>	1
EVALUASI KINERJA FILTER KERAMIK DENGAN PROSES KOAGULASI PADA AIR RAWA <i>Husnah</i>	6
BRIKET BATUBARA DENGAN PENYULUT ENCENG GONDOK DENGAN PEREKAT TAPIOKA <i>Nurlela</i>	13
TINJAUAN TEORITIS PERMASALAHAN BOILER FEED WATER PADA PENGOPERASIAN BOILER YANG DIPERGUNAKAN DALAM INDUSTRI <i>Muhrinsyah Fatimura</i>	24
PENGARUH KOMBINASI FILTER MANGAN ZEOLIT, KARBON AKTIF, PASIR SILIKA TERHADAP KADAR BESI AIR SUMUR PERUMAHAN AZZAHRA KABUPATEN BANYUASIN <i>Agus Wahyudi</i>	33
PEMANFAATAN KOAGULAN ALUMINIUM SULFAT DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR STOCKPILE BATUBARA <i>Reno Fitriyanti</i>	40
EFEKTIVITAS ZEOLIT ALAM SEBAGAI ADSORBENT DALAM PENGOLAHAN AIR LIMBAH YANG MENGANDUNG LINEAR ALKYLBENZENE SULFONAT (LAS) <i>Ety Nurpita Purnamasari</i>	48



## PETUNJUK BUAT PENULIS

Jurnal Media Teknik adalah jurnal ilmiah yang terbit tiga kali setahun yang membuat laporan penelitian dan makalah ilmiah (suatu kajian kepustakaan yang diperkaya dengan gagasan dan wawasan sendiri). Laporan kasus yang baik juga terbuka untuk dibuat, walaupun jumlahnya sangat dibatasi. Dewan Redaksi mengundang para peneliti dan pakar Teknik untuk mengirimkan laporan penelitian, makalah ilmiah dan laporan kasus untuk dibuat dalam jurnal ini. Tulisan dalam bahasa Inggris sangat diutamakan.

Jurnal Media Teknik hanya membuat tulisan asli yang belum pernah dikirimkan atau diterbitkan pada jurnal lain.

Untuk kesamaan penulisan, setiap naskah laporan penelitian harus terdiri dari: judul dalam bahasa Indonesia dan Inggris, nama penulis, instansi tempat bekerja, abstrak dalam bahasa Indonesia dan Inggris, pendahuluan, masalah dan pertanyaan penelitian, bahan dan cara kerja, hasil, pembahasan, kesimpulan dan saran, daftar pustaka, tabel dan grafik, foto/gambar dan keterangan foto/gambar. Hasil harus dipisah dengan pembahasan.

Naskah harus diketik dengan komputer. Dikirim rangkap dua disertai disket yang berisikan naskah tersebut dan harus memakai program Microsoft Words, dikirimkan 1 bulan sebelum diterbitkan.

Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris yang jelas dan ringkas. Diketik kertas dengan ukuran 21,5 x 28 cm dengan jarak 2 spasi, sedangkan untuk abstrak dengan jarak 1 spasi. Ketikan dibuat dalam satu muka saja. Diberi nomor halaman mulai dari halaman judul. Setiap halaman dimulai 2,5 cm tepi atas, bawah kiri dan kanan halaman. Maksimal halaman antara 25 – 30 halaman dalam ukuran kertas seperti diatas.

Judul ditulis dengan huruf besar dan tidak melebihi 12 kata, bila perlu dapat dilengkapi dengan anak judul. Naskah yang telah pernah disajikan dalam pertemuan ilmiah

atau tesis yang belum pernah diterbitkan dan diedarkan secara nasional, dibuat keterangan berupa catatan kaki. Nama penulis dan instansi tempat bekerja ditulis huruf kecil. Terjemahan judul dalam bahasa Inggris diketik dengan huruf *Italic*.

Nama penulis ditulis tanpa gelar, nama penulis yang dicantumkan paling banyak 4 (empat) orang. Bila lebih, cukup diikuti dengan kata-kata : dkk atau et. Al. Nama penulis harus disertai nama lembaga tempat yang bersangkutan bekerja. Alamat korespondensi ditulis lengkap dengan nomor telepon, Fax dan E-mail (kalau ada).

Kalau ada kata kunci (keywords) yang menyertai abstrak harus ditulis dalam bahasa Inggris. Diletakkan di bawah judul sebelum abstrak. Tidak lebih dari 5 kata, dan sebaiknya bukan merupakan pengulangan dari kata-kata dalam judul.

Abstrak harus dibuat dalam bahasa Indonesia dan lebih diutamakan dibuat juga dalam bahasa Inggris, panjangnya tidak melebihi 300 kata dan diletakkan setelah judul makalah dan nama penulis. Abstrak harus membuat ringkasan dari latar belakang, tujuan, bahan dan cara kerja, hasil, pembahasannya kesimpulan dan saran.

Naskah makalah ilmiah (bukan laporan penelitian) maka sistematika penulisan adalah : judul (dalam bahasa Indonesia dan Inggris), nama penulis, instansi tempat bekerja abstrak (dalam bahasa Indonesia dan Inggris), pendahuluan (termasuk masalah yang akan dibahas), pembahasan, kesimpulan, saran, dan daftar pustaka.

Tidak menulis singkatan atau angka pada awal kalimat, tetapi ditulis dengan huruf secara lengkap. Angka yang dilanjutkan dengan simbol ditulis dalam angka Arab, misal 3 cm, 4 kg.

Kata asing yang belum diubah menjadi kata Indonesia diberi garis bawah, tidak dalam huruf *Italic* (miring).

Kutipan pustaka harus diikuti dengan nama pengarang dan tahun publikasi dari nama kutipan diambil.

Kutipan yang lebih dari 4 baris, diketik dengan spasi tunggal tanpa tanda petik. Kutipan yang pendek disambung dengan kalimat naskah diantara tanda petik.

Daftar pustaka disusun menurut sistem Harvard, dimana nama-nama pengarang disusun menurut abjad tanpa nomor urut dengan susunan sebagai berikut ; nama penulis,

tahun publikasi, judul lengkap artikel (bila bukan buku), judul majalah atau buku, volume, edisi, nama kota penerbit, nama penerbit dan nomor halaman.

Singkatan nama jurnal dalam daftar pustaka mengacu pada Index Medicus dan Index lain yang sejenis. Hanya pustaka yang dikutip saja yang boleh dimuat dalam daftar pustaka.

Tabel dan gambar dibuat sesederhana mungkin, indah dan jelas pada kertas HVS dalam halaman tersendiri dengan tinta hitam, dan dijelaskan dimana seharusnya ditempatkan. Foto yang akan dimuat harus berkualitas tinggi dan dibuat dari kertas kilat hitam putih. Diberi nomor urut dengan angkut arab. Gambar/foto tidak boleh diklips, atau dilipat.

Bila ada bagian yang hendak diperkecil, dikirimkan dalam bentuk yang telah diperkecil dengan ketentuan sebagai berikut :

- Tidak lebih kecil dari 20 %, ukuran normal.
- Masih terbaca dengan jelas.

**Alamat korespondensi :**

Redaksi Jurnal Media Teknik  
PUSAT PENELITIAN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PGRI PALEMBANG

**Alamat Redaksi :**

Jalan Jend. A. Yani Lorong Gotong Royong 9/10 Ulu Palembang  
Sumatera Selatan  
Telp. 0711-510043 Fax. 0711-514782





# PEMANFAATAN KOAGULAN ALUMINIUM SULFAT DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR STOCKPILE BATUBARA

**Reno Fitriyanti**

Staf Pengajar Fakultas Teknik Universitas PGRI Palembang

**ABSTRAK** *Penelitian untuk menentukan dosis Aluminium Sulfat sebagai koagulan dalam pengolahan limbah cair stockpile telah dilakukan. Penentuan dosis koagulan Aluminium Sulfat dilakukan dengan metode Jar test dalam dua tahap masing-masing dengan dosis koagulan Aluminium Sulfat 0, 25, 50, 100, 150, 200, 250 mg<sup>l</sup><sup>-1</sup> dan 0, 5, 10, 15, 20, 25 mg<sup>l</sup><sup>-1</sup>. Hasil penelitian menunjukkan pada dosis 5 – 10 mg<sup>l</sup><sup>-1</sup> telah mampu menurunkan kadar TSS yang terdapat didalam limbah cair stockpile batubara hingga di bawah baku mutu yang ditetapkan.*

**Kata Kunci** : *Aluminium Sulfat, batubara, dosis, limbah cair, stockpile*

## PENDAHULUAN

Pemanfaatan lahan untuk lokasi *stockpile* batubara dapat mempengaruhi kualitas lingkungan. Limbah cair yang berasal dari *run-off stockpile* dan *coal wetting* mengandung padatan tersuspensi dan sejumlah zat terlarut. Padatan tersuspensi yang berasal dari *run-off stockpile* batubara berada pada kadar diatas 2000 mg<sup>l</sup><sup>-1</sup> bahkan mencapai 10.000 mg<sup>l</sup><sup>-1</sup> (Plafflin dan Ziegler, 2006).

Dengan penanganan yang baik, dampak negatif dari *stockpile* batubara dapat diminimalisasi atau bahkan dicegah sehingga kelestarian lingkungan tetap terjaga untuk menjamin kualitas hidup di masa mendatang. Metode yang sering digunakan dalam pengolahan limbah cair dengan kandungan padatan tersuspensi yang tinggi adalah dengan proses koagulasi secara kimiawi yang

dilanjutkan dengan sedimentasi (Rubiyah, 2000). Wulan (2008) menyatakan bahwa koagulan yang paling ekonomis untuk mengolah limbah cair yang berasal dari *stockpile* batubara adalah koagulan Aluminium Sulfat.

Salah satu *Stockpile* Batubara di sepadan Sungai Musi telah memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan menggunakan Aluminium Sulfat sebagai koagulan. Penggunaan koagulan selama ini dilakukan tanpa perhitungan yang jelas. Penggunaan koagulan dengan dosis yang berlebihan dapat mengganggu proses pembentukan flokulasi dan meningkatkan biaya penggunaan bahan



kimia (Binnie *et al.*, 2002). Karenanya, menggunakan dosis koagulan yang sesuai dengan karakteristik limbah cair tersebut merupakan aspek yang cukup besar pengaruhnya untuk meningkatkan efektivitas IPAL. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dosis koagulan Aluminium Sulfat  $[Al_2(SO_4)_3]$  yang tepat untuk meningkatkan efisiensi penggunaan koagulan dalam sistem pengolahan limbah cair *stockpile* batubara.

## METODOLOGI

### Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini merupakan metode eksperimental. Limbah cair *stockpile* batubara diambil dari kolam penampungan limbah dan dilakukan pengolahan dengan menggunakan berbagai dosis koagulan Aluminium Sulfat.

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini antara lain pH meter, Botol Sample, Cool box, Kertas label, Oven, Desikator, Neraca analitis, Gelas ukur, Gelas Beker, Kertas saring 0,45  $\mu m$ , dan Spektrometer.

Bahan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini antara lain Es Batu, Aluminium Sulfat  $[Al_2(SO_4)_3]$ , Larutan Buffer 3, Larutan Buffer 10, Aquadest, dan Larutan blanko.

### Prosedur Penelitian

Sampel limbah cair diambil dari Kolam penampungan limbah *stockpile* batubara dengan menggunakan cara sampel sesaat (*grab sampel*). Selanjutnya dilakukan

pengukuran parameter limbah cair meliputi pH, TSS, Fe dan Mn (Pergub SS No 18 Tahun 2005).

Perlakuan penambahan koagulan Aluminium Sulfat dalam dua tahap. Pada penelitian tahap I penambahan koagulan Aluminium Sulfat  $[Al_2(SO_4)_3]$  dilakukan dengan berbagai konsentrasi yaitu 0  $mg l^{-1}$  sebagai kontrol, 25, 50, 100, 150, 200 dan 250  $mg l^{-1}$ . Dari hasil penelitian tahap I, selanjutnya dilakukan penelitian tahap II dengan variasi dosis koagulan Aluminium Sulfat  $[Al_2(SO_4)_3]$  yang lebih kecil. Pada penelitian tahap II dosis koagulan yang digunakan adalah 0, 5, 10, 15, 20 dan 25  $mg l^{-1}$ .

Proses koagulasi dengan menggunakan koagulan kimia umumnya dilakukan dengan metode *jar test*. Dalam metode *jar test* dilakukan variasi pengadukan cepat dan pengadukan lambat. Pengadukan cepat dengan kecepatan 120 rpm dilakukan selama 3 menit, dilanjutkan dengan pengadukan lambat 40 -50 rpm selama 20 menit dan selanjutnya didiamkan selama 30 menit (Satterfield, 2010).

Pengukuran parameter pH, TSS, Fe dan Mn setelah penambahan koagulan kembali dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan koagulan terhadap keempat parameter tersebut.

### Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pengukuran parameter-parameter limbah cair *stockpile* batubara dianalisis secara deskriptif. Hasil pengukuran parameter pH, TSS, Fe dan Mn yang terdapat dalam limbah cair dibandingkan dengan baku mutu limbah cair berdasarkan Peraturan Gubernur Sumatera Selatan No. 18 Tahun

2005 tentang Baku Mutu Limbah Cair Kegiatan Industri, Hotel, Restoran, Rumah Sakit, Domestik dan Pertambangan Batubara.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Limbah cair *stockpile* batubara memiliki kandungan *Total Suspended Solid* (TSS) yang tinggi. Effendi (2003) menyatakan bahwa salah satu penyebab kekeruhan adalah padatan tersuspensi, sehingga pengolahan padatan tersuspensi dalam air limbah menjadi penting. Tingginya kadar TSS didalam limbah cair yang mengalir ke kolam penampungan limbah *stockpile* batubara menyebabkan kondisi fisik limbah terlihat sangat keruh dan berwarna hitam. Tingginya kandungan TSS menyebabkan limbah cair tersebut tidak dapat langsung dibuang ke lingkungan. Kadar TSS yang tinggi diperairan dapat membahayakan ekosistem perairan karena partikel-partikel koloid yang melayang didalam air akan menghalangi masuknya sinar matahari kedalam lapisan air. Padahal sinar matahari sangat diperlukan oleh mikroorganisme untuk melakukan proses fotosintesis. Karena tidak ada matahari maka proses fotosintesis tidak dapat berlangsung. Oleh karena itu, limbah cair tersebut harus diolah dulu sebelum dibuang ke lingkungan.

Liu dan Liptak (1999) menyatakan bahwa langkah penting didalam pengolahan limbah cair adalah dengan mengetahui karakteristik dari limbah cair yang akan diolah sehingga dapat ditentukan dosis koagulan yang tepat. Penambahan koagulan yang sesuai dengan karakteristik limbah yang akan diolah akan menentukan efektivitas proses pengolahan limbah

(Binnie *et al.*, 2002). Proses pengolahan limbah cair yang efektif adalah sebuah proses yang dapat mengurangi kadar pencemar secara ekonomis.

Wulan (2008) menyatakan bahwa koagulan yang paling ekonomis untuk mengolah limbah cair yang berasal dari *stockpile* batubara adalah koagulan Aluminium Sulfat. Penggunaan koagulan Aluminium Sulfat [ $Al_2(SO_4)_3$ ] dapat menyebabkan proses destabilisasi muatan pada partikel yang tersuspensi sehingga koloid membentuk flok yang lebih besar sehingga dapat mengendap lebih cepat (Herlambang, 2002).

## Penelitian Tahap I

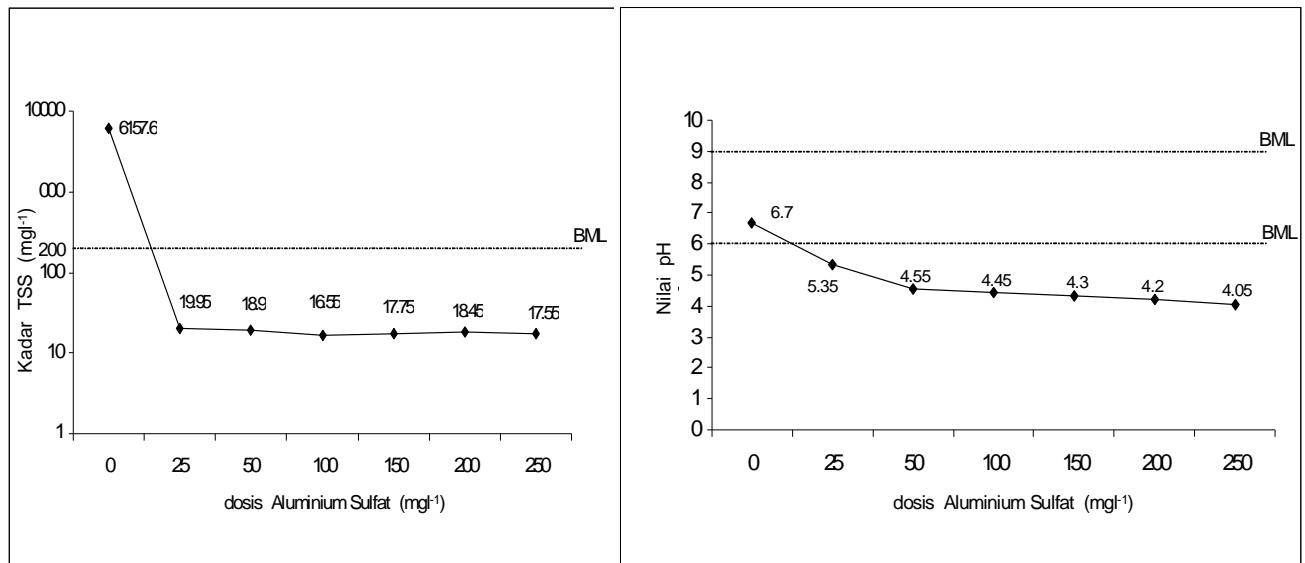
Penelitian Tahap I dilakukan untuk menentukan kisaran dosis koagulan Aluminium Sulfat yang tepat untuk menurunkan kadar TSS di dalam limbah cair. Akan tetapi, hal yang perlu dicermati adalah penambahan koagulan Aluminium Sulfat dapat menurunkan nilai pH. Binnie *et al* (2002) menyatakan bahwa penurunan nilai pH terjadi karena adanya penambahan ion  $H^+$  yang dibebaskan akibat reaksi koagulan Aluminium Sulfat dengan air. Karenanya selain mengamati kadar TSS, pada penelitian tahap I ini juga dilakukan pengamatan terhadap nilai pH.

Gusniani (1996) menyatakan bahwa kisaran dosis koagulan Aluminium Sulfat yang digunakan untuk pengolahan limbah cair adalah  $7,5 \text{ mg/l}^1$  sampai dengan  $250 \text{ mg/l}^1$ . Lebih lanjut, Wulan (2008) menyatakan bahwa dosis yang efektif untuk mengolah limbah cair *stockpile* batubara berada pada dosis  $50 \text{ mg/l}^1$ . Berdasarkan hal tersebut maka variasi dosis koagulan

Aluminium Sulfat  $[Al_2(SO_4)_3]$  yang digunakan pada penelitian tahap I ini adalah 0, 25, 50, 100, 150, 200 dan 250  $mg\ l^{-1}$ .

Hasil penelitian tahap I diperoleh bahwa koagulan Aluminium Sulfat mampu menurunkan kadar TSS di dalam limbah cair yang berasal dari *stockpile* batubara, namun

nilai pH mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya dosis Aluminium Sulfat yang diberikan. Pengolahan limbah cair dengan variasi dosis koagulan Aluminium Sulfat terhadap kadar TSS dan nilai pH disajikan pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Pengaruh dosis Aluminium Sulfat terhadap Kadar TSS dan Nilai pH

Berdasarkan Gambar 1, dapat diketahui bahwa kadar TSS limbah cair dapat diturunkan dengan penambahan koagulan Aluminium Sulfat. Pada umumnya, partikel atau kotoran yang terdapat dalam air atau limbah cair berada dalam bentuk material tersuspensi dan terlarut, melayang dalam keadaan stabil disebabkan adanya gaya tarik menarik atau atraksi dan gaya tolak menolak atau repulsi (Herlambang, 2002). Apabila ditambahkan koagulan kedalam cairan yang mengandung partikel koloid kemudian diaduk dengan putaran cepat dan putaran lambat, maka flok yang terbentuk akan berukuran lebih besar dan lebih padat (Metcalf and Eddy, 1991) sehingga dapat

mengendap dengan kecepatan yang semakin besar. Lebih lanjut, Raju (1995) menyatakan dalam limbah cair yang telah ditambahkan koagulan, koagulan tersebut dapat mengikat partikel-partikel koloid dan membentuk flok. Flok-flok yang terbentuk saling bergabung membentuk makroflok yang akhirnya dapat mengendap.

Pada dosis koagulan Aluminium Sulfat  $25\ mg\ l^{-1}$ , kadar TSS turun dari  $6157,6\ mg\ l^{-1}$  menjadi  $19,95\ mg\ l^{-1}$ . Pada dosis  $25\ mg\ l^{-1}$  tersebut, kadar penyisihan TSS mencapai 99 %. Nilai ini jauh dibawah baku mutu yang ditetapkan. Penambahan dosis koagulan Aluminium Sulfat diatas  $25\ mg\ l^{-1}$  juga menurunkan kadar TSS namun dalam jumlah yang tidak signifikan.

Namun demikian, penggunaan koagulan Aluminium Sulfat dalam menurunkan kadar TSS didalam limbah cair dapat menurunkan nilai pH hingga dibawah baku mutu. Derajat keasaman (pH) adalah salah satu faktor penting yang mempengaruhi proses koagulasi. Bila proses koagulasi dilakukan tidak pada rentang pH optimum, maka akan mengakibatkan gagalnya proses pembentukan flok dan rendahnya kualitas air yang dihasilkan. Kisaran pH yang efektif untuk koagulasi dengan Aluminium Sulfat pada pH 5,5 - 8,0 (Rachmawati dan Wardhani, 2009). Gambar 1 juga menunjukkan hasil pengolahan limbah cair dengan koagulan Aluminium Sulfat terhadap nilai pH limbah cair. Nilai pH mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya dosis Aluminium Sulfat yang diberikan. Pada dosis Aluminium Sulfat sebesar  $25 \text{ mg l}^{-1}$  hingga  $250 \text{ mg l}^{-1}$  nilai pH mengalami penurunan hingga melampaui baku mutu. Pada dosis Aluminium Sulfat sebesar  $25 \text{ mg l}^{-1}$  nilai pH turun sebesar 1,35 poin yaitu dari 6,70 menjadi 5,35. Nilai pH terendah mencapai 4,05 pada pemberian dosis Aluminium Sulfat sebesar  $250 \text{ mg l}^{-1}$ .

Penambahan koagulan Aluminium Sulfat dapat menurunkan kadar TSS dan juga menurunkan nilai pH didalam limbah cair. Linggawati dkk (2002) menyatakan bahwa suatu koagulan dikatakan efektif jika mampu menurunkan TSS hingga 50 %. Penambahan Aluminium Sulfat pada dosis  $25 \text{ mg l}^{-1}$  telah mampu menurunkan kadar TSS didalam limbah cair dan tidak terlalu besar menurunkan nilai pH. Dengan kata lain, penambahan dosis koagulan Aluminium Sulfat sebesar  $25 \text{ mg l}^{-1}$

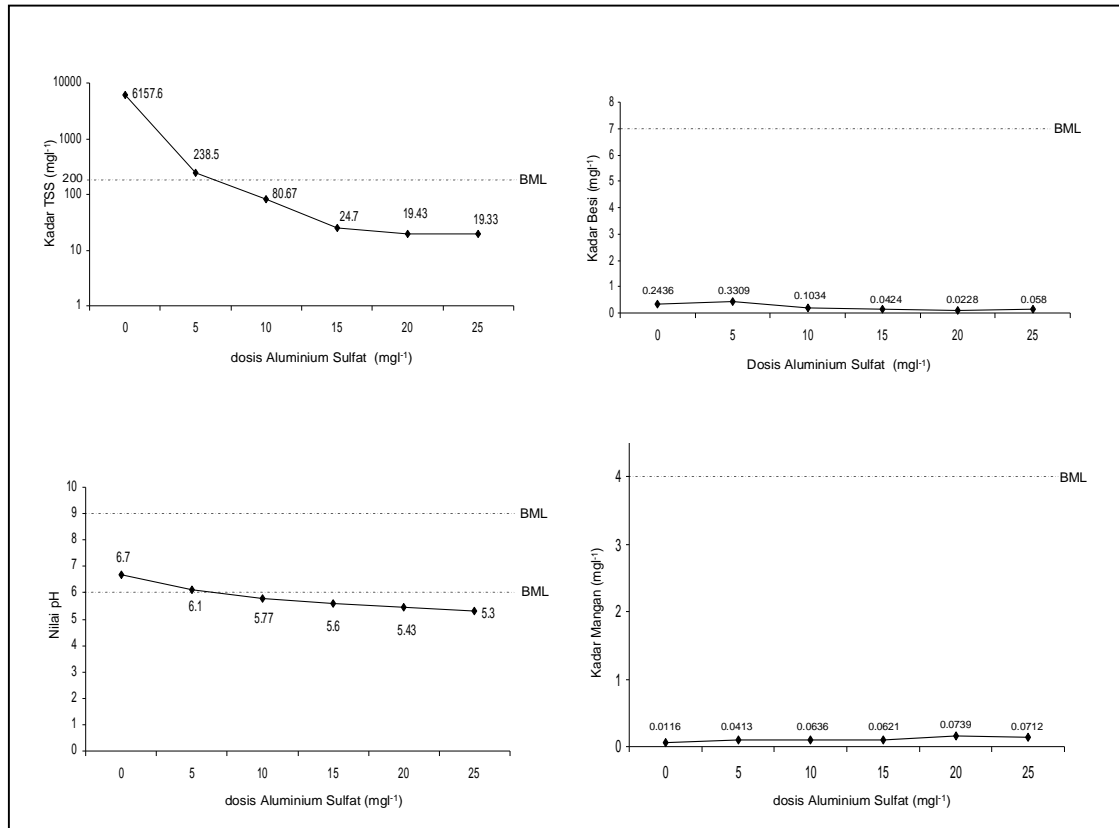
sudah efektif untuk menurunkan kadar TSS didalam limbah cair *stockpile* batubara. Pemberian dosis koagulan yang melebihi dosis optimum dapat menyebabkan terganggunya kestabilan makroflok sehingga flok pecah. Koagulan yang tidak mengikat padatan tersuspensi akhirnya justru menambah jumlah padatan tersuspensi total. Hal ini dikemukakan oleh Hughes (2000) bahwa peningkatan TSS terjadi apabila konsentrasi koagulan yang diberikan melebihi konsentrasi optimum. Lebih lanjut Binnie *et al* (2002) menyatakan penggunaan koagulan dengan dosis yang berlebihan dapat mengganggu proses pembentukan flokulasi dan meningkatkan biaya penggunaan bahan kimia. Dengan demikian, berdasarkan hasil penelitian tahap I didapat bahwa, rentang nilai pH yang optimum untuk proses koagulasi menggunakan koagulan Aluminium Sulfat berada pada dosis 0 - $25 \text{ mg l}^{-1}$ .

## Penelitian Tahap II

Berdasarkan hasil penelitian tahap I, dosis koagulan Aluminium Sulfat yang efektif untuk menurunkan kadar TSS yang terkait dengan nilai pH berada pada selang 0 –  $25 \text{ mg l}^{-1}$ . Namun demikian, penambahan koagulan Aluminium Sulfat sebesar  $25 \text{ mg l}^{-1}$  dapat menurunkan nilai pH hingga berada dibawah pH 6. Untuk itu, dilakukan penelitian tahap II untuk mengetahui dosis koagulan Aluminium Sulfat yang dapat menurunkan TSS hingga dibawah baku mutu dengan nilai pH yang memenuhi persyaratan baku mutu yang ditetapkan. Pada penelitian tahap II ini dosis koagulan Aluminium Sulfat yang digunakan adalah 0, 5, 10, 15, 20 dan  $25 \text{ mg l}^{-1}$ .

Hasil penelitian tahap II pada dosis Aluminium Sulfat 0 – 25 mg<sup>l</sup><sup>-1</sup> menunjukkan bahwa Aluminium Sulfat mampu menurunkan kadar TSS hingga di bawah baku mutu limbah cair pada dosis 10 mg<sup>l</sup><sup>-1</sup> (Gambar 2). Pada dosis Aluminium

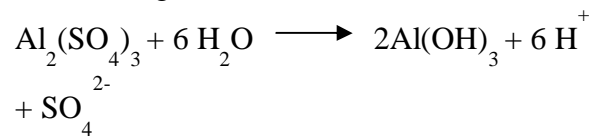
Sulfat 5 mg<sup>l</sup><sup>-1</sup>, kadar TSS sudah menurun dari 6157,6 mg<sup>l</sup><sup>-1</sup> menjadi 238,5 mg<sup>l</sup><sup>-1</sup>. Kadar TSS tersebut masih berada diatas baku mutu yang ditetapkan yaitu 200 mg<sup>l</sup><sup>-1</sup>. Kadar TSS 80,67 dicapai pada penambahan dosis Aluminium Sulfat sebesar 10 mg<sup>l</sup><sup>-1</sup>.



Gambar 2. Pengaruh Dosis Aluminium Sulfat terhadap Kadar TSS, Nilai pH, Kadar Besi dan Mangan

Secara umum, pada Gambar 2 juga dapat dilihat bahwa penurunan pH berbanding terbalik dengan dosis koagulan. Semakin tinggi dosis koagulan diperoleh nilai pH yang semakin rendah. Terjadinya penurunan nilai pH akibat penambahan koagulan Aluminium Sulfat disebabkan Aluminium Sulfat merupakan garam yang bersifat asam. Penambahan Aluminium Sulfat kedalam larutan mengakibatkan

terjadinya pembebasan ion H<sup>+</sup> dengan reaksi sebagai berikut :



Terjadinya penambahan ion H<sup>+</sup> tentu saja mengakibatkan penurunan nilai pH pada larutan. Pada dosis Aluminium Sulfat 5 mg<sup>l</sup><sup>-1</sup>, nilai pH turun dari 6,7 menjadi 6,1. Nilai pH terus mengalami penurunan dan pada

dosis Aluminium Sulfat  $10 \text{ mg l}^{-1}$ , nilai pH menjadi 5,77. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa untuk menaikkan pH dari 5,77 menjadi 7 dibutuhkan kapur sebesar  $5 \text{ mg l}^{-1}$ . Berdasarkan Gambar 2 dapat dikatakan bahwa dosis koagulan Aluminium Sulfat yang tidak terlalu besar menurunkan pH hingga melebihi baku mutu yang ditetapkan adalah  $5 - 10 \text{ mg l}^{-1}$ .

Pada Gambar 2 juga dapat dilihat bahwa pemberian koagulan Aluminium Sulfat pada dosis  $5 \text{ mg l}^{-1}$  menaikkan kadar Besi didalam limbah cair dari  $0,2436 \text{ mg l}^{-1}$  menjadi  $0,3309 \text{ mg l}^{-1}$ . Kadar Besi didalam limbah cair menurun pada pemberian koagulan Aluminium Sulfat sebesar  $20 \text{ mg l}^{-1}$ . Pada kadar tersebut kadar Besi turun menjadi  $0,0228 \text{ mg l}^{-1}$ . Pada kadar koagulan Aluminium Sulfat sebesar  $25 \text{ mg l}^{-1}$  kembali terjadi kenaikan kadar besi. Walaupun demikian kadar Besi didalam limbah cair yang sudah ditambahkan koagulan Aluminium Sulfat masih tetap berada dibawah baku mutu yang ditetapkan.

Limbah cair mengandung mangan walaupun dalam jumlah yang sangat kecil. Pada Gambar 2 juga dapat dilihat bahwa pemberian koagulan Aluminium Sulfat dapat menaikkan kadar Mangan di dalam limbah cair yang diolah. Hasil penelitian Wulan (2008) menunjukkan hal yang sama, dimana kadar Mn terus meningkat seiring dengan meningkatnya dosis koagulan yang ditambahkan. Hal ini bisa saja disebabkan oleh kelarutan Mn yang terus meningkat seiring dengan menurunnya pH. Conel and Miller (1995) menyatakan bahwa menurunnya nilai pH dapat menyebabkan kelarutan logam meningkat. Walaupun demikian kadar Mn masih tetap berada

dibawah baku mutu yang ditetapkan, yaitu  $4 \text{ mg l}^{-1}$ .

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dosis koagulan Aluminium Sulfat yang tepat untuk menurunkan kandungan padatan tersuspensi (TSS) yang terdapat dalam limbah cair *stockpile* batubara sehingga dibawah baku mutu adalah  $5 - 10 \text{ mg l}^{-1}$ . Perlakuan koagulan Aluminium Sulfat pada dosis  $10 \text{ mg l}^{-1}$  mampu menurunkan TSS hingga 98%.

### Saran

1. Perlu adanya penelitian lanjutan pada kisaran dosis koagulan Aluminium Sulfat  $5 - 10 \text{ mg l}^{-1}$  dan aplikasi di lapangan dengan volume limbah cair yang lebih besar.
2. Penggunaan koagulan Aluminium Sulfat dalam proses koagulasi dapat menurunkan pH, sehingga diperlukan bahan kimia tambahan yang bersifat basa untuk menetralkan pH. Untuk itu disarankan menggunakan koagulan yang dapat menurunkan kadar TSS didalam limbah cair tetapi tidak menurunkan nilai pH.
3. Untuk mengurangi terjadinya pencemaran lingkungan dilakukan upaya minimisasi limbah dengan melaksanakan *good house keeping*, misalnya mencegah kebocoran pipa air yang dapat membawa serta batubara halus ke saluran pembuangan yang akan menambah beban IPAL

**DAFTAR PUSTAKA**

- Bapedalda Provinsi Sumatera Selatan. 2005. Peraturan Perundang-Undangan Pengelolaan Lingkungan Hidup Provinsi Sumatera Selatan Tahun 2005
- Binnie .C; Kimber.M; Smethurst.G. 2002. Basic Water Treatmen. Third Edition. RSC Press. Cambridge UK
- Connel, D. W. *and* Miller, G.J. 1995. Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran. UI Press. Jakarta
- Efendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air. Penerbit Kanisius. Yogyakarta
- Gusniani. 1996. Karakteristik Limbah Cair Industri. Universitas Indonesia. Jakarta
- Herlambang. 2002. Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Pemerintah Kota Samarinda
- Hugges,MA. 2000 . Coagulation and Flokulation dalam Svarovsky, Ladislav. Solid-Liquid Separation. Fourth Edition. Butterworth-Heinemann. Oxford
- Linggawati,A., Muhdalina, Sianturi. A. 2002. Efektivitas Pati Fosfat dan Aluminium Sulfat sebagai Koagulan dan Flokulan. Jurnal Natur Indonesia Vol. 4 No. 1 Universitas Riau
- Liu, H. F. D , Liptak. B. G. 1999. Environmental Engineer's Handbook. CRC Press. USA
- Metcalf and Eddy. 1991. Wastewater Engineering : Treatment, Disposal and Reuse. Third Edition. Mc Graw-Hill, Inc. New York
- Plaffin, JR and Ziegler, EN. 2006. Encyclopedia of Environmental Science & Engineering. CRC Press. USA
- Rachmawati dan Wardhani. 2009. Pengaruh pH Pada Proses Koagulasi Dengan Koagulan Aluminium Sulfat dan Ferri Klorida. Jurnal Teknologi Lingkungan. Vol 5 No. 2 , Desember 2009
- Raju, B.S.N. 1995. Water Supply and wastewater Engineering. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited. New Delhi
- Rubiyah. 2000. Teknologi Pengolahan Limbah. <http://www.rubiyah.com>.
- Satterfield, Z. 2010. Jar Test . Home Page of National Environmental Service Center. <http://www.nesc.wvu.edu/ndwc/articles/ot/SP05.TB-jartest.pdf>.
- Wulan, Peningkatan Efisiensi Penggunaan Koagulan Pada Unit Pengolahan Air Limbah Batubara. Jurnal Teknologi Lingkungan. Vol. 4, No. 3, Desember 2008