

**PEMANFAATAN *FLY ASH* SEBAGAI ADSORBEN UNTUK  
MENURUNKAN KANDUNGAN LOGAM PADA  
LIMBAH CAIR INDUSTRI PULP DAN KERTAS**

**JURNAL TUGAS AKHIR**

**VIVIN FITRIA FALAH  
012.17.013**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENGOLAHAN PULP DAN KERTAS  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG  
KOTA DELTAMAS  
JULI 2021**

**PEMANFAATAN *FLY ASH* SEBAGAI ADSORBEN UNTUK  
MENURUNKAN KANDUNGAN LOGAM PADA  
LIMBAH CAIR INDUSTRI PULP DAN KERTAS**

**JURNAL TUGAS AKHIR**

**VIVIN FITRIA FALAH  
012.17.013**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Terapan  
Pada Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENGOLAHAN PULP DAN KERTAS  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG  
KOTA DELTAMAS  
JULI 2021**

**PEMANFAATAN *FLY ASH* SEBAGAI ADSORBEN UNTUK  
MENURUNKAN KANDUNGAN LOGAM PADA  
LIMBAH CAIR INDUSTRI PULP DAN KERTAS**

**JURNAL TUGAS AKHIR**

**VIVIN FITRIA FALAH  
012.17.013**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Terapan  
Pada Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas

Menyetujui,

Kota Deltamas, 5 Mei 2021

Dosen Pembimbing 1



Rachmawati Apriani, S.T.,MT

NIK. 19860427201405420

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas



Njoman Manik Susantini, S.T.,MT.

NIK. 19680908201407442

---

# PEMANFAATAN *FLY ASH* SEBAGAI ADSORBEN UNTUK MENURUNKAN KANDUNGAN LOGAM PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI PULP DAN KERTAS

Vivin Fitria Falah<sup>1)</sup>, Rachmawati Apriani<sup>2)</sup>

Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sains Bandung  
Kota Deltamas Lot-A1 CBD, Jl. Ganesha Boulevard Pasirranji, Kec. Cikarang Pusat, Bekasi,  
Jawa Barat 17530

[vivinfitriafalah@gmail.com](mailto:vivinfitriafalah@gmail.com)<sup>1)</sup>, [rachmawatiapriani46@gmail.com](mailto:rachmawatiapriani46@gmail.com)<sup>2)</sup>

## Abstrak

*Fly ash* (abu layang) merupakan limbah padat yang dihasilkan dari proses pembakaran pada unit *Bark Gasifier*. Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan kandungan logam (Besi, Mangan, Magnesium) yang ada pada limbah cair dengan memanfaatkan *fly ash* yang sudah diaktivasi menjadi adsorben. Pada penelitian ini *fly ash* yang sudah teraktivasi dikontakkan dengan air limbah yang mengandung logam dengan melakukan variasi waktu kontak 15 dan 30 menit, serta variasi berat adsorben 5 dan 10 gram. Berdasarkan percobaan yang sudah dilakukan penggunaan adsorben *fly ash* mampu menurunkan kandungan logam Fe sebesar 77,93%, mampu menurunkan kandungan logam Mn sebesar 32,74%, serta menurunkan kandungan logam Mg sebesar 57,19%. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan adsorben dari *fly ash* mampu untuk menurunkan kandungan logam (Fe,Mn,Mg)

Kata kunci : *fly ash*, adsorben, limbah cair

## Abstract

*Fly ash is a solid waste generated from the combustion process in the Bark Gasifier unit. This study aims to reduce the metal content (Iron, Manganese, Magnesium) in the liquid waste by utilizing fly ash which has been activated as an adsorbent. In this study, activated fly ash was contacted with waste water containing metal by varying the contact time of 15 and 30 minutes, as well as varying the weight of the adsorbent 5 and 10 grams. Based on experiments that have been carried out, the use of fly ash adsorbents can reduce the metal content of Fe by 77.93%, can reduce the metal content of Mn by 32.74%, and reduce the metal content of Mg by 57.19%. This shows that the use of adsorbents from fly ash is able to reduce metal content (Fe, Mn, Mg).*

*Keywords: fly ash, adsorbent, liquid waste*

## 1. PENDAHULUAN

*Fly Ash* merupakan salah satu residu yang dihasilkan dalam pembakaran yang terdiri atas partikel-partikel halus yang merupakan sisa dari proses pembakaran pada unit *Bark Gasifier*. Hasil analisa kandungan menunjukkan bahwa *fly ash* mengandung oksida-oksida logam berat dalam jumlah kecil. Oksida utama *fly ash* adalah Silika ( $\text{SiO}_2$ ), Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) dan Besi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) kandungan ini memungkinkan *fly ash* untuk dapat disintesis menjadi material yang strukturnya mirip dengan zeolit atau dikenal dengan *Zeolite Like Material (ZLM)*. Struktur zeolit yang berpori merupakan sifat yang dapat dimanfaatkan sebagai material adsorben suatu bahan pencemar yang dikeluarkan dari suatu industri.

Adsorpsi atau penyerapan adalah suatu proses yang terjadi Ketika suatu fluida, cairan maupun gas terikat pada suatu padatan atau cairan ( zat penyerap, adsorben) dan akhirnya membentuk lapisan tipis atau film (zat terserap, adsorbat) pada permukaannya. Proses adsorpsi terjadi karena adanya gaya van der waals yang merupakan proses bolak-balik yang apabila daya tarik-menarik diantara zat terlarut dan adsorben lebih besar daya tarik-menarik antara zat terlarut dengan pelarutnya, maka zat yang terlarut akan diadsorpsi pada permukaan adsorben.

Banyaknya adsorbat logam yang mampu diadsorpsi oleh suatu adsorben dapat dinyatakan sebagai kapasitas adsorpsi dari adsorben *fly ash* teraktivasi ( $\text{mg.g}^{-1}$ ). Dengan persamaan berikut (Widiastuti N. dkk, 2011):

$$q = \frac{v}{m} (C_o - C_e) \quad (1)$$

dengan:

$q$  = konsentrasi kesetimbangan dalam adsorben ( $\text{mg.g}^{-1}$ )

$C_o$  = konsentrasi awal ( $\text{mg.L}^{-1}$ )

$C_e$  = konsentrasi saat tercapai kondisi kesetimbangan ( $\text{mg.L}^{-1}$ )

$V$  = jumlah volume larutan adsorbat (L)

$m$  = massa adsorben *fly ash* teraktivasi (g)

Untuk mengetahui Persentase logam yang hilang dari larutan adsorbat setelah proses adsorpsi dapat dinyatakan sebagai efisiensi penghilangan yang dapat dihitung dengan persamaan :

Efisiensi Penghilang (%) =

$$\frac{(C_o - C_e)}{C_o} \times 100\% \quad (2)$$

(Widiastuti N. dkk, 2011)

dengan:

$C_o$  = konsentrasi awal Fe ( $\text{mg.L}^{-1}$ )

$C$  = konsentrasi Fe saat tercapai kondisi kesetimbangan ( $\text{mg.L}^{-1}$ )

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 ALAT DAN BAHAN

Alat yang digunakan dalam penelitian antara lain timbangan digital, oven, *magnetic stirrer*, *hot plate*, ICP (*Inductively Coupled Plasma*), TDS meter, Trey, gelas *beaker*, *erlenmeyer*, labu ukur, kertas saring, spatula *stainlesssteel*, corong, gelas ukur, dan mortar.

Bahan yang digunakan dalam penelitian antar lain *fly ash*, *aquades*, limbah cair, NaOH 1 M dan 3 M, dan HNO<sub>3</sub> 1:1.

## 2.2 METODE

Metodologi yang digunakan dalam pengumpulan data pada penelitian ini adalah dengan melakukan percobaan skala laboratorium secara langsung di laboratorium QAP berupa pemanfaatan *fly ash* teraktivasi menggunakan larutan NaOH sebagai aktivator menjadi Adsorben untuk menurunkan kandungan logam yang ada pada limbah cair di Industri Pulp dan Kertas. Sampel *fly ash* yang digunakan pada percobaan ini diambil dari sisa pembakaran kulit kayu dari *Bark Gasifier*. Kemudian sampel limbah cair yang digunakan diambil dari unit *Effluent Treatment Plant* pada bagian *inlet sump*.

Pengujian dilakukan dengan melakukan pengecekan beberapa parameter pada limbah cair seperti kandungan logam dan *Total Dissolved Solid*. Pada penelitian ini dilakukan variasi waktu kontak (15 dan 30 menit), variasi berat adsorben yang digunakan (5 dan 10 gram) serta variasi konsentrasi larutan NaOH sebagai aktivator (1 M dan 3 M). Pembuatan adsorben menggunakan *fly ash* dilakukan proses pengaktifasian secara kimia dan juga fisika.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Hasil Pengujian Kandungan Logam

Hasil pengujian terhadap kandungan logam setelah percobaan akan disajikan berikut ini :

#### 3.1.1 Logam Fe (Besi)

Tabel 3. 1 Tabel Penurunan Logam Fe

Konsentrasi larutan		Waktu kontak (menit)	Berat adsorben		Efisiensi penghilang %	
			5 gr	10 gr	5 gr	10 gr
NaOH 1 M	2,4261	15	1,6819	0,5705	30,67	76,49
		30	1,5930	0,5354	34,34	77,39
NaOH 3 M	9,5717	15	3,3342	3,6341	65,17	62,03
		30	3,1157	3,0423	67,45	68,22

#### 3.1.2 Logam Mn (Mangan)

Konsentrasi larutan		Waktu kontak (menit)	Berat adsorben		Efisiensi penghilang %	
			5 gr	10 gr	5 gr	10 gr
NaOH 1 M	0,3652	15	0,2974	0,3197	18,57	12,47
		30	0,2457	0,3058	32,74	16,26
NaOH 3 M	0,2636	15	0,1872	0,1806	28,97	31,46
		30	0,1298	0,1247	50,75	52,69

Tabel 3. 2 Tabel Penurunan Logam Mn

#### 3.1.3 Logam Mg (Magnesium)

Konsentrasi larutan		Waktu kontak (menit)	Berat adsorben		Efisiensi penghilang %	
			5 gr	10 gr	5 gr	10 gr
NaOH 1 M	6,2933	15	3,0980	4,0371	50,77	35,85
		30	2,6941	3,8931	57,19	38,14
NaOH 3 M	4,5696	15	3,6615	3,5236	19,87	22,89
		30	3,4087	2,8505	25,41	37,62

Tabel 3. 3 Tabel Penurunan Logam Mg

Dari ketiga tabel penurunan kandungan logam yang sudah tersaji, dapat dilihat bahwa kandungan logam yang ada pada limbah cair industri pulp dan kertas mengalami penurunan setelah dilakukan proses adsorpsi

dengan variasi penurunan berbeda pada setiap variasi percobaan. Pada tabel tersebut dilihat bahwa pada variasi waktu kontak 30 menit jumlah kandungan logam yang teradsorpsi lebih banyak dibandingkan dengan waktu kontak 15 menit dengan jumlah efisiensi penghilang cukup besar. Jumlah penurunan yang terjadi juga sudah sesuai dengan peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor KEP-51/MENLH/10/1995 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri.

### 3.2 Hasil Pengujian TDS

Konsentrasi larutan		Waktu kontak (menit)	Berat adsorben	
			5 gr	10 gr
NaOH 1 M	4,3401	15	4,2895	4,2585
		30	4,1389	4,12845
NaOH 3 M	2,9667	15	2,691	2,6631
		30	2,4007	2,4787

Hasil pengujian terhadap nilai TDS setelah percobaan akan disajikan berikut ini :

Tabel 3. 4 Tabel Penurunan TDS

Penggunaan adsorben dari *fly ash* ini juga dapat menurunkan nilai TDS walaupun tidak terlalu tinggi, dapat dilihat dari tabel penurunan nilai TDS sudah sesuai dengan standar dari keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 tahun 2014.

### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan data penelitian diatas, dapat disimpulkan sebagai berikut.

- 1) Penggunaan *fly ash* sebagai adsorben ini dapat menurunkan kandungan logam yang ada pada limbah cair industri pulp dan kertas, yaitu dapat menurunkan kandungan logam Fe hingga 77,93%, dapat menurunkan kandungan logam Mn hingga 52,69%, serta menurunkan kandungan logam Mg hingga 57,19%.
- 2) Penggunaan adsorben dari *fly ash* juga mampu untuk menurunkan nilai total zat padat terlarut (TDS) yang ada pada limbah cair.. Pada variasi waktu kontak 30 menit kandungan logam dan TDS lebih banyak teradsorpsi oleh adsorben, waktu kontak yang lama mampu menurunkan jumlah kandungan logam maupun TDS yang lebih banyak juga.
- 3) Pemanfaatan *fly ash* teraktivasi sebagai adsorben dengan menggunakan aktivator larutan NaOH cukup efektif dan dapat menurunkan kandungan logam seperti Fe, Mg, Mn Serta TDS yang ada pada limbah cair industri pulp dan kertas.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Ahmad Zakaria., Henny Rochaeni, dkk.,(2012). "Karakterisasi Dan Pemanfaatan Abu Terbang Aktivasi Fisika Dalam Menjerap Ion Logam

- 
- Cu<sup>2+</sup>”. Akademi Kimia Analisis Bogor : Tangerang Selatan.
2. Ananda Fauzan., Aman., Drastinawati., (2014). Pemanfaat Fly Ash Batubara Sebagai Adsorben Logam Berat Ion Pb<sup>2+</sup> Yang Terlarut Dalam Air. Fakultas Teknik Universitas Riau
  3. Bachrun Sutrisno , Arif Hidayat , dan Zahrul Mufrodi., (2014). Modifikasi Limbah Abu Layang menjadi Adsorben untuk Mengurangi Limbah Zat Warna pada Industri Tekstil. *Chemica*, 1(2).
  4. Candra Irawan., Basri Dahlan., Nawang Retno.,(2015). Pengaruh Massa Adsorben, Lama Kontak Dan Aktivasi Adsorben Menggunakan HCL Terhadap Efektivitas Penurunan Logam Berat (Fe) Dengan Menggunakan Abu Layang Sebagai Adsorben. *Jurnal Teknologi Terpadu*, 2(3), 107.
  5. Farradina C.S.,(2012). “Pemanfaatan Abu Layang Batubara (Fly Ash) Teraktivasi sebagai Adsorben Ion Logam Pb<sup>2+</sup>”. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi: Universitas Airlangga Surabaya.
  6. Fatimah Rahmayani dan Siswarni MZ.,(2013). “Pemanfaatan Limbah Batang Jagung sebagai Adsorben Alternatif pada Pengurangan Kadar Klorin dalam Air Olahan (Treated Water)”. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(2).
  7. Ferdinand D. G., (2008). “Pengujian Alat Pendingin Sistem Adsorpsi Dua Adsorber dengan Menggunakan Methanol 1000 ml Sebagai Refrigerant”. Universitas Indonesia.
  8. Letdi Desisandi K.W., (2018). “Karakteristik Fly Ash (Abu Layang) Batubara Sebagai Material Adsorben Pada Limbah Cair Yang Mengandung Logam”. Skripsi. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam :Universitas Negeri Yogyakarta.
  9. Novia.,Umi Athiyah., Elfa Susanty.,(2010). Pembuatan Adsorben dari Fly Ash Hasil Pembakaran Batubara Untuk Mengadsorpsi Logam Besi (Fe). Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya
  10. Rahmadini S., Fixtor R N., Hasmalina N., (2016). “ Analisa pH, TSS dan Warna dalam Proses Pengolahan Air Limbah Pulp dan Kertas Menggunakan Koagulan Fly Ash”. Fakultas MIPA dan Kesehatan : Universitas Muhammadiyah Riau.
  11. Widiastuti, N., Hongwei W., Ha Ming A., et al. (2011). “Removal Of Ammonium From Greywater Using Natural Zeolite”. *Desalination*, 277, 15–23.
  12. Yuliani T. L.,(2013). “Pemanfaatan Limbah Abu Terbang (Fly Ash) Batubara Sebagai Adsorben Untuk Penentuan Kadar Gas No<sub>2</sub> Di Udara”. Skripsi. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam : Universitas Jember.