

# ADSORPSI ZAT WARNA TEKSTIL DENGAN MENGGUNAKAN ABU TERBANG (FLY ASH) UNTUK VARIASI MASSA ADSORBEN DAN SUHU OPERASI

**Zahrul Mufrodi<sup>1)</sup>, Nur Widiastuti<sup>2)</sup>, Ranny Cintia Kardika<sup>3)</sup>**

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan<sup>1,2,3)</sup>

Jl. Prof. Dr. Soepomo, Janturan, Warungboto, Yogyakarta,

Telp. (0274)379418, fax : 381523

Email : zahrul\_mufrodi@yahoo.com.sg<sup>1)</sup>

## Abstrak

*Abu terbang (fly ash) merupakan limbah pembakaran bahan bakar basis padat. Selama ini penggunaannya masih sangat terbatas, sedangkan jumlahnya kian lama kian bertambah, padahal abu terbang termasuk kedalam kategori limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Disisi lain industri tekstil atau pewarnaan kian pesat dan menghasilkan limbah cair berwarna yang membahayakan lingkungan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mencari solusi kedua permasalahan diatas, dengan menjadikan fly ash tersebut sebagai bahan adsorber untuk zat warna pada limbah.*

*Adsorpsi zat warna tekstil oleh abu terbang menggunakan variasi massa fly ash dan suhu operasi dengan interval waktu pengadukan 15 menit. Adsorpsi di ukur dengan membandingkan nilai absorbansi larutan zat warna sebelum dan setelah proses pencampuran fly ash. Data percobaan adsorpsi menunjukkan adanya penurunan konsentrasi zat warna dari 0,55816 g/ml menjadi 0,232535 g/ml dengan persentasi sebesar 32,5625% dengan nilai optimum untuk massa fly ash terlarut 1,5 g dan suhu optimum 60 OC.*

*Penelitian ini membuktikan bahwa fly ash dapat dijadikan adsorbent zat warna juga logam. Dengan berkurangnya intensitas warna telah menunjukkan pengurangan kadar logam dalam larutan sebab logam-logam tersebutlah yang menghasilkan warna.*

*Kata kunci : Abu terbang, Adsorpsi, Zat warna*

## PENDAHULUAN

Perkembangan industri tekstil di Indonesia telah maju dengan pesat, dampak negatif dari pembangunan industri tekstil tersebut terutama dari proses pencelupan adalah pencemaran lingkungan. Apabila air limbahnya dibuang ke lingkungan, seperti ke selokan atau sungai tanpa diolah terlebih dahulu, air selokan menjadi berwarna dan merubah kualitas air selokan atau air sungai sehingga tidak sesuai peruntukannya.

Cara yang umum dilakukan untuk pengolahan limbah tekstil ini adalah cara koagulasi dan filtrasi. Dalam penelitian ini, diteliti kemungkinan penggunaan abu terbang (*fly ash*) untuk menyerap zat warna tekstil. Abu terbang merupakan limbah industri kimia yang menggunakan bahan bakar berbasis padat yang jumlahnya banyak dan belum banyak dimanfaatkan, sejauh ini *fly ash* hanya dimanfaatkan sebagai bahan campuran pembuatan beton, semen, batako, pavin blok, pembenah lahan pertanian, dan lain-lain.

Penelitian uji daya adsorpsi abu terbang terhadap zat warna tekstil berupaya untuk mengetahui mekanisme penyerapan zat warna dan efektifitas abu terbang

sehingga dimasa yang akan datang, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi untuk penelitian-penelitian berikutnya dan menjadi salah satu alternatif dari upaya penanganan pencemaran air oleh zat warna. Tujuan Penelitian untuk mengetahui pengaruh variasi massa *fly ash*, dan suhu operasi dengan pengadukan pada berbagai waktu terhadap penurunan kadar zat warna dengan menggunakan abu terbang sebagai adsorbernya.

Komponen utama dari abu terbang batubara yang berasal dari pembangkit listrik adalah silika ( $\text{SiO}_2$ ), alumina, ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), dan besi oksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), sisanya adalah karbon, kalsium, magnesium, dan belerang. Rumus empiris abu terbang batubara ialah:  $\text{Si}_{1,0}\text{Al}_{0,45}\text{Ca}_{0,51}\text{Na}_{0,047}\text{Fe}_{0,039}\text{Mg}_{0,020}\text{K}_{0,013}\text{Ti}_{0,011}$ . Pozolanik adalah bahan yang mengandung silica atau alumino silica secara sendiri, tidak atau sedikit mempunyai sifat mengikat seperti semen, akan tetapi dalam bentuknya yang halus dan dengan adanya air, maka senyawa tersebut akan bereaksi secara kimia dengan hidroksa-hidroksa alkali atau alkali tanah temperature ruang yang membentuk atau membantu terbentuknya senyawa-senyawa yang mempunyai sifat seperti semen (SNI 06-6867-2002).

Adsorpsi secara umum adalah proses penggumpalan substansi terlarut (soluble) yang ada dalam larutan, oleh permukaan zat atau benda penyerap, dimana terjadi suatu ikatan kimia fisika antara substansi dengan penyerapannya. Adsorpsi dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu

- a. Adsorpsi fisik (*physical adsorption*), yaitu berhubungan dengan gaya van der Waals dan merupakan suatu proses bolak-balik apabila daya tarik menarik antara zat terlarut dan adsorben lebih besar daya tarik menarik antara zat terlarut dengan pelarutnya maka zat yang terlarut akan diadsorpsi pada permukaan adsorben.
- b. Adsorpsi kimia (*chemisorption*), yaitu reaksi yang terjadi antara zat padat dan zat terlarut yang teradsorpsi.

Abu terbang memiliki karakteristik yang mirip dengan karbon aktif, hal ini berdasarkan penelitian Chemical Engineering Alliance and Innovation (ChAIN) Center pada tahun 2006, yang memaparkan bahwa abu memenuhi syarat layak digunakan sebagai adsorben karena luas permukaan dan pori-porinya potensial. Dengan melakukan sedikit intervensi yaitu memperbesar luas permukaannya dengan chemical activation, ditambah asam sehingga pori-porinya semakin membesar. Dengan demikian, penggunaan pelarut HCl diupayakan untuk memperbesar pori-pori abu terbang. ([www.seputar-indonesia.com](http://www.seputar-indonesia.com)).

Abu terbang memiliki potensi yang cukup besar sebagai adsorben yang ramah lingkungan. Abu terbang batubara dapat menjadi alternatif pengganti karbon aktif dan zeolit. Tetapi, kapasitas adsorpsi abu terbang sangat bergantung pada asal dan perlakuan pasca pembakaran batubara. Sampai sekarang, pemanfaatan abu terbang masih dilakukan dalam skala kecil karena umumnya kapasitas adsorpsinya masih rendah. Modifikasi sifat fisik dan kimia dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi abu terbang. Peningkatan kapasitas adsorpsi dapat membuat adsorben dari abu terbang batubara kompetitif bila dibandingkan dengan karbon aktif dan zeolit. ([www.majarikanayakan.com](http://www.majarikanayakan.com))

## METODOLOGI PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian :

Dalam penelitian ini digunakan zat warna tekstil yang biasa digunakan untuk naptol kain dengan merk 'Kuda Leo' warna biru. Berdasarkan uji logam, diketahui bahwa di dalam pewarna ini terkandung logam-logam seperti Cr, Pb, Cd, Cu, Fe, dan Mg.

Abu terbang merupakan zat buangan berbentuk partikel halus dan tidak dapat dibakar, yang tersangkut dalam aliran gas yang keluar dari dalam tanur (*fly ash*). Abu terbang dapat dihasilkan dari pembakaran batubara terutama dari PLTU karena batubara merupakan bahan bakar utama yang digunakan. Dalam penelitian ini abu terbang yang digunakan berasal dari pabrik tekstil PT Jogjatex yang terletak di Nitikan, Yogyakarta. Abu

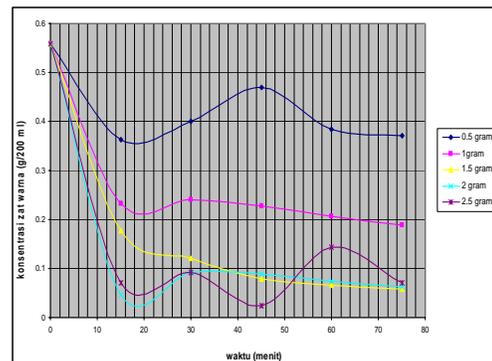
terbang ini mempunyai sifat-sifat seperti sifat fisik, sifat kimia dan sifat pozolanik, yaitu :

Penelitian dilakukan dengan mengayak abu terbang (*fly ash*) dengan ukuran 200 mesh. Kemudian diredam dengan HCl 1M selama 48 Jam, disaring dan dicuci sehingga pH 7 dan dikeringkan kembali (di oven) pada suhu 110°C selama ±5 jam.

Variasi yang dilakukan adalah massa abu terbang sebanyak 0,5, 1, 1,5, 2, 2,5 g. Memasukkan abu terbang kedalam 200 ml larutan warna kemudian mengaduknya dengan menggunakan stirrer (pengaduk) selama 15, 30, 45, 60, 75 menit. Membiarkan larutan warna dan abu terbang selama 2 hari. Mengukur hasil perendaman dengan menggunakan spektrofotometer. Melakukan hal yang sama untuk variasi suhu operasi 40, 50, 60, 70, 80°C.

## HASIL DAN PERANCANGAN

Pengukuran konsentrasi zat warna dalam larutan setelah mendapatkan berbagai perlakuan (pengadukan dan sedimentasi)-diawali dengan pembuatan kurva standar, dengan membuat larutan warna pada beberapa konsentrasi lalu menghitung absorbansinya, sehingga didapatkan kurva standar dengan persamaan  $y = 2,605x + 0,0059$ .

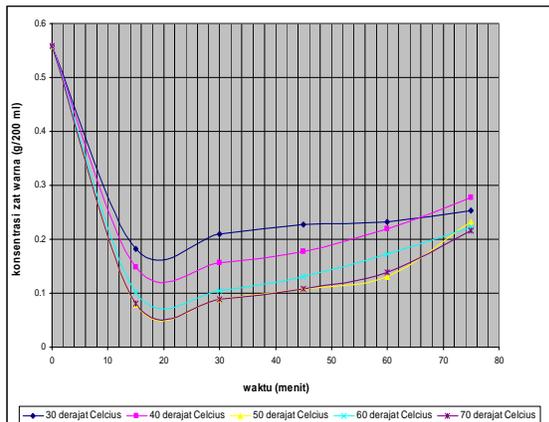


Gambar 1. Grafik konsentrasi penyerapan abu terbang tiap waktu

Dari garfik.1 dapat dilihat bahwa penurunan terjadi pada menit ke-15, tetapi naik kembali pada menit ke-30, ini menandakan abu terbang (*fly ash*) mengalami waktu jenuh. Waktu jenuh adalah keadaan dimana konsentrasi tidak mengalami perubahan bahkan setelah waktu tertentu abu terbang mengalami desorpsi yaitu melepaskan kembali zat warna yang telah diadsorpsi karena pori-pori abu terbangnya telah jenuh oleh zat warna.

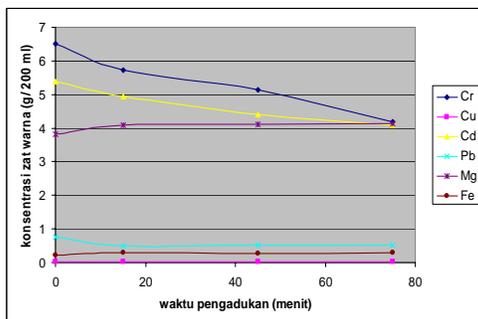
Dengan demikian, data yang diperoleh tidak menunjukkan degradasi absorbansi dengan interval yang konstan / sempurna, melainkan fluktuatif. Hal ini dipengaruhi oleh banyak sebab, sebab yang paling dominan dalam hal ini yaitu kecermatan dari para peneliti dalam melakukan langkah filtrasi, karena dalam langkah tersebut, larutan hasil yang telah tersedimentasikan dapat kacau kembali dengan sedikit

goncangan. Demikian pula saat memindahkan larutan dari wadah satu ke wadah yang lainnya haruslah dipastikan tidak ada endapan / residu yang tersisa pada wadah sebelumnya. Akan tetapi setelah dikonversi kedalam bentuk grafik didapatkan hasil grafik-grafik yang memiliki interval vertikal yang cukup degradatif dan dapat terlihat letak optimumnya dimana grafik sudah tidak menunjukkan adanya penurunan lagi dengan grafik setelahnya- yang dalam hal ini, massa optimum yang didapatkan adalah 1,5 g. Dengan demikian, massa optimal yang telah didapatkan tersebut digunakan untuk mencari pengaruh variasi suhu terhadap lamanya waktu pengadukan.



Gambar 2. Grafik hubungan antara konsentrasi penyerapan abu terbang tiap waktu

Pengadukan yang dilakukan selama penelitian adsorpsi ini berguna untuk menentukan kecepatan waktu kontak adsorben dan adsorbat. Bila pengadukan terlalu lambat, maka proses adsorpsi berlangsung lambat pula. Tetapi bila pengadukan terlalu cepat, maka kemungkinan yang terjadi struktur adsorben cepat rusak sehingga proses adsorpsi kurang optimal. Kecepatan pengadukan yang digunakan dalam variasi ini adalah 205 rpm, dan dapat terlihat letak optimumnya pada grafik yaitu pada suhu 60 °C .

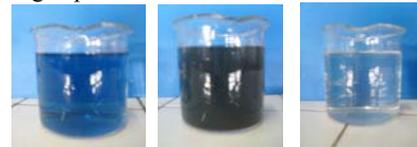


Gambar 3. Grafik penurunan konsentrasi logam tiap waktu

Berdasarkan hasil uji laboratorium yang dilakukan terhadap komposisi bahan pewarna "Kuda Leo" yang telah dilakukan, didapatkan hasil beberapa jenis logam

yang terkandung di dalamnya yaitu diantaranya logam Cu, Cd, Mg, Fe, Cu, dan Cr. Dari empat sampel yang diujikan (larutan warna pengadukan ke 15, 45, 75 menit dan larutan zat warna) diketahui terjadi penurunan kadar logam Cu, Cr, Cd, Fe, Pb yang cukup signifikan.

Pengaruh logam-logam itu sendiri terhadap pewarnaan adalah: logam Cu memberikan efek warna biru, logam Cr memberikan efek warna hijau atau kuning, logam Fe memberikan efek warna kuning atau hijau, logam Pb, Mg dan Cd tidak berwarna. Dari keterangan-keterangan yang didapat, diperoleh asumsi awal yaitu kemampuan *fly ash* dalam menyerap zat warna adalah disebabkan oleh terjerapnya partikel-partikel logam sebagai agen pembawa warna tersebut.



(a) (b) (c)

Keterangan :

- (a) Larutan zat warna tekstil (warna biru)
- (b) Larutan zat warna tekstil + abu terbang (*fly ash*) (warna hitam)
- (c) Hasil adsorpsi setelah 2 hari (bening)

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah kami lakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Abu terbang (*fly ash*) batubara dapat dijadikan adsorbent limbah zat warna tekstil dengan mengaktifkannya menggunakan asam sulfat 1M.
2. Keasaman mempengaruhi daya adsorpsi *fly ash* terhadap zat warna. Semakin rendah pH *fly ash*, maka daya adsorpsinya semakin rendah.
3. Adanya suhu optimum dan massa optimum dalam adsorpsi, yaitu dalam hal ini massa optimum yang didapatkan adalah 1.5 g, sedangkan suhu optimum adalah 60 °C untuk jumlah larutan zat warna 0.1 g/1000 ml air, dengan penurunan konsentrasi zat warna dari 0,55816 g/ml menjadi 0,232535 g/ml dengan persentase sebesar 32,5625%.
4. Abu terbang (*fly ash*) dapat digunakan sebagai adsorbent logam-logam seperti Cr, Cu, Cd, Mg, Pb dan Fe, yang merupakan penyebab timbulnya warna dalam air.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Perry, R.H and Green, D, (1981), *Perry's Chemical Engineers Hand Books*, sixth edition, P. P. 375, Mc. Graw Hill Book, Co, New York
- [2] Sembiring, M.T. dan Sinaga, S.T. ,(2003), *Pengenalan dan Proses Pembuatan Arang Aktif*, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.

- [3] Smith J.M, (1981), *Chemical Engineering Kinetics*, 3<sup>rd</sup> edition, Mc. Graw Hill Book Company, USA
- [4] SNI 06-6867-2002
- [5] Suwarsa Saepudin, *Penyerapan zat warna tekstil BR Red HE 7B* Oleh Jerami Padi, Jurusan Kimia FMIPA, ITB
- [6] Treybal, Robert E., *Mass-Transfer Operations*, 3<sup>rd</sup> edition, Mc. Graw Hill Book Company, USA
- [7] [www.majarikanayakan.com](http://www.majarikanayakan.com),
- [8] [www.seputarindonesia.com/edisi\\_cetak/ragam/abu-terbang-absorben-murah-atasi-limbah-cair-3.html](http://www.seputarindonesia.com/edisi_cetak/ragam/abu-terbang-absorben-murah-atasi-limbah-cair-3.html)