

## ADSORPTION OF Zn AND Pb METAL IN PRINTING WASTE OF PT. GRAFIKA WANGI KALIMANTAN USING CORN COBS CHARCOAL AS ADSORBENT

**Isna Syaunqiah\*, Fajar Insan Kusuma, Mardiana**

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat  
Jl. A. Yani Km. 36 Banjarbaru, Kalimantan Selatan, Indonesia

\*E-mail corresponding author: isna\_tk@ulm.ac.id

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Article history:</i> Received: 28-03-2020 Received in revised form: 14-04-2020 Accepted: 24-04-2020 Published: 29-04-2020</p> <p><i>Keywords:</i> Activated Charcoal Adsorption Corn Cobs Printing Waste</p>	<p><i>Heavy metals produced from several industrial processes cause many environmental problems. Efforts made to overcome this heavy metal pollution include adsorption methods. Agricultural by-products have the potential as an adsorbent, one of which is corn cobs. In this study, corncobs were used as Pb and Zn adsorbents. The purpose of this study was to determine the effect of particle size and stirring speed in the process of Zn and Pb metal absorption using activated charcoal. Adsorption was done by mixing 100 mL waste of PT. Grafika Wangi Kalimantan with 10 grams of activated charcoal measuring 355 micron, 500 micron and 710 micron. Each mixture is stirred for 15 minutes at speeds of 30, 60, 90, and 120 rpm and then allowed to stand for 3 hours. Analysis of the absorbed Zn and Pb metal content was carried out using a spectrophotometer at adjusted wavelengths. The greater the stirring speed, and the small size of the active charcoal particle used, decrease of Zn and Pb levels is increasing due to the better absorption of adsorbate by the adsorbent. The biggest decrease in Zn and Pb levels was seen at a stirring speed of 90 rpm and the active charcoal particle size of 355 microns where the Zn and Pb parameters contained in the sample were &lt;0.01 mg / L.</i></p>

## ADSORPSI LOGAM Zn DAN Pb PADA LIMBAH PERCETAKAN PENCUCIAN PELAT CETAK PT. GRAFIKA WANGI KALIMANTAN MENGUNAKAN ARANG TONGKOL JAGUNG SEBAGAI ADSORBEN

**Abstrak-** Logam berat yang dihasilkan dari beberapa proses industri banyak menimbulkan masalah lingkungan. Upaya yang dilakukan untuk mengatasi pencemaran logam berat ini di antaranya metode adsorpsi. Produk samping pertanian berpotensi sebagai adsorben salah satunya adalah tongkol jagung. Pada penelitian ini, tongkol jagung digunakan sebagai adsorben Pb dan Zn. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh ukuran partikel dan kecepatan pengadukan dalam proses penyerapan logam Zn dan Pb menggunakan arang aktif. Adsorpsi dilakukan dengan mencampur 100 mL limbah cuci pelat cetak PT. Grafika Wangi Kalimantan dengan 10 gram arang aktif ukuran 355 micron, 500 micron dan 710 micron. Setiap campuran diaduk selama 15 menit pada kecepatan 30, 60, 90, dan 120 rpm lalu didiamkan selama 3 jam. Analisa kandungan logam Zn dan Pb yang terserap dilakukan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang disesuaikan. Semakin besar kecepatan pengadukan, dan kecilnya ukuran partikel arang aktif yang digunakan semakin meningkat penurunan kadar Zn dan Pb karena proses penyerapan adsorbat oleh adsorben menjadi lebih baik. Penurunan kadar Zn dan Pb terbesar terlihat pada kecepatan pengadukan 90 rpm dan ukuran partikel arang aktif 355 micron di mana parameter Zn dan Pb yang terkandung dalam sampel adalah < 0,01 mg/L.

**Kata kunci:** arang aktif, adsorpsi, tongkol jagung, limbah percetakan.

## PENDAHULUAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kecepatan pengadukan dan ukuran partikel adsorben (arang tongkol jagung sebagai adsorben) pada proses adsorpsi logam Zn dan Pb. Salah satu metode yang digunakan untuk menghilangkan zat pencemar dari air limbah adalah adsorpsi (Rios et al. 1999 dan saiful et al. 2005). Adsorpsi merupakan terjerapnya suatu zat (molekul atau ion) pada permukaan adsorben. Mekanisme penjerapan tersebut dapat dibedakan menjadi dua yaitu, jerapan secara fisika (fisiosorpsi) dan jerapan secara kimia (kemisorpsi). Pada proses fisiosorpsi gaya yang mengikat adsorbat oleh adsorben adalah gaya-gaya *van der waals*. Molekul terikat sangat lemah dan energi yang dilepaskan pada adsorpsi fisika relatif rendah sekitar 20 kJ/mol (Castellan, 1982). Sedangkan pada proses adsorpsi kimia, interaksi adsorbat dengan adsorben melalui pembentukan ikatan kimia. Kemisorpsi terjadi diawali dengan adsorpsi fisik, yaitu partikel-partikel adsorbat mendekati ke permukaan adsorben melalui gaya *van der waals* atau melalui ikatan hidrogen. Kemudian diikuti oleh adsorpsi kimia yang terjadi setelah adsorpsi fisika. Dalam adsorpsi kimia partikel melekat pada permukaan dengan membentuk ikatan kimia (biasanya ikatan kovalen) dan cenderung mencari tempat yang memaksimalkan bilangan koordinasi dengan substrat (Atkins, 1999). Mekanisme proses adsorpsi dapat digambarkan sebagai proses dimana molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat adsorben secara kimia dan fisika.

Bahan padat yang mempunyai kemampuan untuk mengikat molekul zat lain disebut sebagai penyerap, sedangkan zat yang diikat disebut solut atau zat yang diserap. Penyerap padat mempunyai diameter bervariasi antara 50  $\mu\text{m}$  – 12 mm. Luas permukaan per satuan berat penyerap menjadi ukuran baik tidaknya penjerap. Luas permukaan aktif suatu penyerap yang terbesar adalah luas permukaan pori-pori partikel.

Menurut Reynold (1982) adsorpsi adalah reaksi eksoterm. Maka dari itu tingkat adsorpsi umumnya meningkat seiring dengan menurunnya suhu. Waktu kontak merupakan hal yang menentukan dalam proses adsorpsi. Gaya adsorpsi molekul dari suatu zat terlarut akan meningkat apabila waktu kontak dengan karbon aktif makin lama. Waktu kontak yang lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul zat terlarut yang teradsorpsi berlangsung lebih baik.

Permukaan padatan yang kontak dengan suatu larutan cenderung untuk menghimpun lapisan dari molekul-molekul zat terlarut pada permukaannya akibat ketidakseimbangan gaya-

gaya pada permukaan. Adsorpsi kimia menghasilkan pembentukan lapisan monomolekular adsorbat pada permukaan melalui gaya-gaya dari valensi sisa dari molekul-molekul pada permukaan. Adsorpsi fisika diakibatkan kondensasi molekular dalam kapiler-kapiler dari padatan. Secara umum, unsur-unsur dengan berat molekul yang lebih besarakan lebih mudah diadsorpsi.

Bahan padat yang mempunyai kemampuan untuk mengikat molekul zat lain disebut sebagai penyerap, sedangkan zat yang diikat disebut solut atau zat yang diserap. Penyerap padat mempunyai diameter bervariasi antara 50  $\mu\text{m}$  – 12 mm. Luas permukaan per satuan berat penyerap menjadi ukuran baik tidaknya penjerap. Luas permukaan aktif suatu penyerap yang terbesar adalah luas permukaan pori-pori partikel.

Ukuran kualitas adsorben biasanya mencakup 3 aspek, yaitu:

- a. Afinitas  
Afinitas menunjukkan kekuatan adsorpsi suatu solute dengan berat molekul dan ukuran molekul yang lebih besar cenderung akan mempunyai afinitas lebih besar terhadap *adsorbent*
- b. Kapasitas  
Kapasitas menunjukkan seberapa banyak solute dapat diakomodasi oleh *adsorbent*
- c. Kecepatan adsorpsi  
Suatu adsorben dengan kapasitas besar terkadang tidak terlalu disukai jika penyerapannya rendah.

Berdasarkan kemampuan penyerapan oleh bahan padat berpori terhadap zat-zat yang terlarut dalam fluida, pengolahan air minum khususnya yang erat hubungannya dengan harga pH dapat dilakukan dengan cara adsorpsi. Bahan penyerap mempunyai kemampuan untuk menyerap ion-ion yang terkandung di dalam air sehingga diharapkan setelah dilakukan penyaringan, air akan rendah kandungan zat kimianya dan mempunyai pH mendekati netral (Mc. Cabe, 1985).

Secara umum, faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi sebagai berikut:

1. Luas permukaan  
Semakin luas permukaan adsorben, maka makin banyak zat yang teradsorpsi. Luas permukaan adsorben ditentukan oleh ukuran partikel dan jumlah dari adsorben.
2. Jenis adsorbat  
Peningkatan polarisabilitas adsorbat akan meningkatkan kemampuan adsorpsi molekul yang mempunyai polarisabilitas yang tinggi (polar) memiliki kemampuan tarik menarik

terhadap molekul lain dibandingkan molekul yang tidak dapat membentuk dipol (non polar); Peningkatan berat molekul adsorbat dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi. Adsorbat dengan rantai yang bercabang biasanya lebih mudah diadsorpsi dibandingkan rantai lurus.

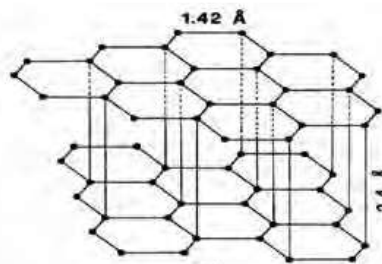
3. Struktur molekul adsorbat  
Hidroksil dan amino mengakibatkan mengurangi kemampuan penyisihan sedangkan nitrogen meningkatkan kemampuan penyisihan.
4. Konsentrasi Adsorbat  
Semakin besar konsentrasi adsorbat dalam larutan maka semakin banyak jumlah substansi yang terkumpul pada permukaan adsorben.
5. Temperatur  
pemanasan atau pengaktifan adsorben akan meningkatkan daya serap adsorben terhadap adsorbat menyebabkan pori-pori adsorben lebih terbuka pemanasan yang terlalu tinggi menyebabkan rusaknya adsorben sehingga kemampuan penyerapannya menurun.
6. pH  
pH larutan mempengaruhi kelarutan ion logam, aktivitas gugus fungsi pada biosorben dan kompetisi ion logam dalam proses adsorpsi.
7. Kecepatan pengadukan  
menentukan kecepatan waktu kontak adsorben dan adsorbat. Bila pengadukan terlalu lambat maka proses adsorpsi berlangsung lambat pula, tetapi bila pengadukan terlalu cepat kemungkinan struktur adsorben cepat rusak, sehingga proses adsorpsi kurang optimal.
8. Waktu Kontak  
Penentuan waktu kontak yang menghasilkan kapasitas adsorpsi maksimum terjadi pada waktu kesetimbangan.
9. Waktu kesetimbangan dipengaruhi oleh
  - Tipe biomasa (jumlah dan jenis ruang pengikatan)
  - Ukuran dan fisiologi biomasa (aktif atau tidak aktif)
  - Ion yang terlibat dalam sistem biosorpsi
  - Konsentrasi ion logam

Porositas adsorben juga mempengaruhi daya adsorpsi dari suatu adsorben. Adsorben dengan porositas yang besar mempunyai kemampuan menjerap yang lebih tinggi dibandingkan dengan adsorben yang memiliki porositas kecil. Untuk meningkatkan porositas dapat dilakukan dengan mengaktifasi secara fisika seperti mengalirkan uap air panas ke dalam pori-pori adsorben atau mengaktifasi secara kimia.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan adsorben meliputi: luas permukaan efektif, struktur padatan dan struktur permukaan, ukuran dan distribusi pori atau *pore network*, serta proses aktivasi karbon pada proses

persiapan. Proses adsorpsi larutan secara teoritis umumnya lebih rumit dibandingkan proses adsorpsi pada gas, uap atau cairan murni. Hal tersebut disebabkan adsorpsi larutan melibatkan kompetisi antara zat terlarut dan pelarut atau antara komponen-komponen campuran cairan dengan situs adsorpsi (Shaw, 1991).

Arang aktif (AA) adalah arang yang telah mengalami proses aktivasi untuk meningkatkan luas permukaannya dengan jalan membuka pori-porinya sehingga daya adsorpsinya meningkat. Luas permukaan AA berkisar antara 300 dan 3500 m<sup>2</sup>/g. Daya serap AA sangat besar, yaitu ¼ sampai 10 kali terhadap bobot arang aktif. AA merupakan adsorben yang baik untuk adsorpsi gas, cairan, maupun larutan. Adsorpsi oleh AA bersifat fisik, artinya adsorpsi terjadi jika gaya tarik van der Waals oleh molekul-molekul di permukaan lebih kuat daripada gaya tarik yang menjaga adsorbat tetap berada dalam fluida.



Gambar 1. Struktur grafit AA (Jankowska,1991)

AA dapat dibuat dari bahan yang mengandung karbon. Tulang, kulit biji, kayu keras dan lunak, kulit kayu, tongkol jagung, serbuk gergaji, sekam padi, dan tempurung kelapa ialah beberapa contoh yang umum digunakan (Pari, 1996). Pembuatan AA mencakup dua tahapan utama, yaitu proses karbonisasi bahan baku dan proses aktivasi bahan terkarbonisasi tersebut pada suhu lebih tinggi. Karbonisasi merupakan proses penguraian selulosa organik menjadi unsur karbon dengan disertai pengeluaran unsurunsur non-karbon, yang berlangsung pada suhu sekitar 600-700 °C (Kienle, 1986).

Jagung merupakan salah satu macam dari tanaman palawija yang juga dimanfaatkan untuk makanan pokok dan dapat dibuat makanan lain dengan memproses lebih lanjut sehingga memiliki nilai tambah. Proses produksi dari tanaman jagung menghasilkan limbah tongkol jagung yang sangat melimpah. Agar limbah tersebut tidak terbuang sia-sia maka dapat kita manfaatkan sebagai arang aktif.

Arang merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Ketika pemanasan berlangsung, diusahakan agar tidak terjadi kebocoran udara di dalam ruangan pemanasan

sehingga bahan yang mengandung karbon tersebut hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi. Arang aktif biasanya disebut karbon aktif yang dapat menyerap beberapa jenis zat di dalam cairan ataupun gas. Berarti arang aktif dapat digunakan sebagai bahan penjernih ataupun untuk menghilangkan bau busuk. Pada arang aktif terdapat banyak pori (*zone*) berukuran nano hingga mikrometer. Sedemikian banyaknya pori sehingga dalam satu gram arang aktif bila semua dinding rongga pori direntangkan, luas permukaannya dapat mencapai ratusan hingga ribuan meter persegi.

Arang yang atom-atomnya merupakan atom-atom karbon dapat berfungsi sebagai bahan penyerap, bila atom-atom arang tersebut dapat diubah dari bentuk *amorf* menjadi bentuk poli kristal. Supaya terjadi arang aktif, proses aktivasi harus dilakukan, yaitu dengan pemanasan pada suhu tinggi. Dengan pemanasan tersebut, maka atom-atom karbon akan mengatur diri sedemikian rupa sehingga terjadi poli kristal. Rongga-rongga atau pori-pori (*zone-zone*) antar kristal berukuran nano hingga mikrometer. Proses aktivasi atau kristalisasi arang dari bentuk *amorf* menjadi poli kristal dilakukan dalam tanur suhu tinggi. Proses produksi ini merupakan proses fisika dan hasil produksinya merupakan arang dengan karbon berkadar tinggi. Bahan dasar utama yang digunakan sebagai karbon aktif adalah material organik dengan kandungan karbon yang tinggi seperti: kertas, sekam, gambut, tulang, serbuk gergaji, kayu, biji kelapa sawit, batok kelapa, sabut kelapa, ubi kayu, tapioka, tongkol jagung, ampas penggilingan tebu, batubara dan sebagainya.

Dasar pemilihan bahan baku dari karbon aktif tersebut yang paling menentukan adalah besar kandungan karbon pada bahan tersebut. Pembuatan arang aktif berlangsung 3 tahap yaitu proses dehidrasi, proses karbonisasi dan proses aktivasi. Aktivasi adalah suatu perubahan fisika dimana permukaan karbon aktif menjadi jauh lebih banyak karena hidrokarbon yang terkandung dalam karbon disingkirkan. Untuk memperoleh arang yang berpori dan luas permukaan yang besar dapat diperoleh dengan cara mengaktivasi bahan. Aktivasi dapat dilakukan secara fisika (*Vapor Adsorben Carbon*) yaitu proses aktivasi yang dilakukan dengan mengalirkan uap atau udara ke dalam reaktor pada suhu tinggi (600-1000°C) untuk menghasilkan karbon aktif dengan susunan karbon yang padat dan pori yang luas, dan yang kedua secara kimia (*Chemical Impregnating Agent*) yang dilakukan dengan cara merendam bahan baku pada bahan kimia (Juliandini, 2008).

Industri percetakan sekarang banyak memakai bahan baku dan penolong yang mengandung bahan berbahaya seperti pelarut dan tinta. Sehingga menghasilkan limbah yang

berbahaya dan beracun. Untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan karena sifat limbah, maka diperlukan pengolahan yang sesuai dengan karakteristik limbahnya (Raka, 1999).

Bahan baku industri percetakan terdiri dari tiga komponen utama yaitu:

#### 1. Kertas

Bahan baku dalam proses cetak adalah kertas dan tinta. Nama kertas dalam bahasa Yunani “papyrus” yaitu suatu tanaman air yang telah digunakan orang-orang Mesir kuno sebagai bahan baku tulis menulis.

#### 2. Tinta

Tinta cetak pertama kali digunakan oleh orang-orang Cina yang menemukan kertas pada tahun 100-200 M. Unsur-unsur dasar adalah serbuk karbon yang dilarutkan ke dalam lemak dan minyak. Tinta Gutenberg (1440) sedikit berbeda dengan unsure utamanya yang terdiri dari minyak biji rami 70 %, karbon dari minyak, serbuk tulang dan unsur tumbuh-tumbuhan 30%. Tinta cetak modern terdiri dari zat warna (*pigment*) bahan pengikat (*vehicle*) bahan pencair (*thinner*), bahan pengering (*drier*) dan pengubah (*modifier*).

#### 3. Pencampuran Warna

Pencampuran warna berarti mencampur beberapa warna tinta untuk mendapatkan warna lain atau untuk memperoleh tingkatan warna yang lebih muda atau yang lebih tua.

Menurut Sriwahyuni (2002) limbah percetakan yang dihasilkan oleh industri percetakan biasanya berupa limbah padat dan limbah cair. Limbah padat terdiri dari kertas potongan penjumlahan, kertas salah cetak atau hasil percetakan yang tidak lolos *quality control*, kain lap mesin cetak yang pada umumnya telah terkontaminasi dengan tinta atau bahan pelarut, plastik, dan lain-lain. Sedangkan limbah cair industri percetakan terdiri dari tinta yang rusak, bahan pelarut dan pencair, serta bahan pengering.

**Tabel 1.** Komposisi Limbah Cair Industri Percetakan dan Baku Mutu Limbah

Parameter	Nilai parameter limbah sebelum perlakuan	Baku Mutu [PerMenLH (2010)]
pH	13.31	6-9
COD	7526.4 mg/L	100 mg/L
BOD5	417.01 mg/L	50 mg/L
TSS	252 mg/L	200 mg/L
Tembaga (Cu)	0.125 mg/L	2 mg/L
Seng (Zn)	0.85 mg/L	5 mg/L
Besi (Fe)	0.625 mg/L	5 mg/L
Timbal (Pb)	0.19 mg/L	0.1 mg/L
Kadmium (Cd)	0.01 mg/L	0.05 mg/L
Kromium (Cr)	0.155 mg/L	0.5 mg/L
Perak (Ag)	0.04 mg/L	0.5 mg/L

(Retno Sudiarti, 2009)



Sebagaimana industri pada umumnya, percetakan menghasilkan limbah pada setiap tahapan proses cetaknya. Proses cetak terdiri atas beberapa tahap yaitu *prepress (imaging)*, *press*, dan *postpress (finishing)*.

#### **Prepress (imaging)**

Tahap ini merupakan pembuatan *image* (citra) yang akan dicetak pada pelat cetak. Citra yang akan dicetak, diedit terlebih dahulu melalui komputer lalu dipindahkan langsung ke pelat cetak (*Computer to plate* [CTP]). Ada pula teknik non-CTP yaitu citra setelah diedit melalui komputer lalu dipindahkan ke film cetak dan selanjutnya dipindahkan ke pelat cetak. IPB Press menggunakan teknik non-CTP dengan menggunakan film cetak yang dibuat oleh industri lain. Proses yang terjadi pada pembuatan film cetak yang mengandung partikel perak bromida (AgBr) merupakan reaksi oksidasi-reduksi. Larutan *developer* (pengembang) hidrokuinon yang digunakan pada pembuatan film cetak akan mereduksi  $\text{Ag}^+$  yang tereksitasi oleh cahaya menjadi Ag(s) yang akan membentuk bayangan hitam pada film cetak.  $\text{Ag}^+$  yang tidak tereduksi akan larut dengan ditambahnya larutan *fixer* berupa sodium tiosulfat (Subiyakto, 2008).

Citra film cetak yang telah dibuat, lalu dipindahkan ke pelat cetak yang terbuat dari campuran logam zink (Zn) dengan lapisan atas berwarna hijau. Proses pemindahan citra dari film ke pelat cetak dilakukan menggunakan mesin dengan bantuan vakum dan cahaya lampu. Citra yang telah dipindahkan ke pelat, selanjutnya diberi larutan pengembang:air (1:7) untuk menghilangkan emulsi pada area bukan cetak dan memunculkan citra pada pelat. Pelat selanjutnya dibilas dengan menggunakan air. Limbah hasil proses ini berupa cairan berwarna biru kehijauan, berbau, dan memiliki pH basa (NEWMOA, 2006).

#### **Press**

Tahap ini merupakan tahap pencetakan dengan pemberian tekanan pada mesin cetak. Citra pada pelat cetak dipindahkan ke kain cetak dan selanjutnya ke kertas. Pemberian tinta berlangsung pada tahap ini. Tinta terdiri atas zat warna (pigmen), pengikat (*vehicle*), pencair (*thinner*), pengering (*drier*), dan pengubah (*modifier*). Pigmen tinta mengandung logam berat diantaranya adalah timbal (Pb), kadmium (Cd), kromium (Cr) dan zink (Zn) yang berfungsi sebagai pemberi warna pada tinta, bahan pengikat dan pencair mempengaruhi pelekatan tinta pada media (kertas), pengering mempengaruhi waktu pengeringan tinta pada media (kertas), dan bahan pengubah mempengaruhi kemampuan tinta terhadap gesekan dan kejelasan tinta pada media (Scheder, 1976).

#### **Postpress (Finishing)**

Tahap ini merupakan tahap akhir proses cetak, meliputi pengaturan halaman dan penjumlahan.

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian dilakukan di Laboratorium Operasi Teknik Kimia Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat dan Laboratorium Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pemberantasan Penyakit Menular Banjarbaru (BBTKLPPM), Kalimantan Selatan. Sampel yang diteliti adalah limbah cair percetakan PT. *Grafika wangi Kalimantan Banjarmasin*. Parameter yang akan di uji adalah kemampuan penyerapan arang aktif tongkol jagung terhadap logam Zn dan Pb dengan variasi kecepatan pengadukan dan ukuran partikel adsorban.

#### **Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan adalah AAS (Spektrofotometer Serapan Atom) pada panjang gelombang yang disesuaikan, pengaduk/*stirrer*, *hot plate*, termometer, erlenmeyer, neraca analitik oven, *furnace*, dan gelas ukur. Bahan yang digunakan terdiri dari arang aktif yang dibuat dari tongkol jagung dengan aktivasi pada pemanasan suhu tinggi, limbah cair percetakan PT. *Grafika Wangi Kalimantan Banjarmasin*, kertas saring, KOH 15 %, *aquadest*, dan kertas lakmus.

#### **Prosedur Penelitian**

##### **Preparasi Tongkol Jagung**

Tongkol Jagung dibersihkan dari pengotor yang tidak diinginkan. Tongkol Jagung diambil untuk dihilangkan kadar airnya dengan didehidrasi menggunakan oven pada temperatur 100°C selama 1 jam.

##### **Aktivasi Tongkol Jagung**

Tongkol Jagung dimasukkan ke dalam drum dan dibakar selama 8 jam kemudian di *furnace* selama 3 jam pada suhu 600°C. Arang yang diperoleh ditumbuk hingga menjadi serbuk. Serbuk arang diayak hingga diperoleh ukuran partikel yang seragam yaitu tertahan di ayakan 355 micron, 500 micron, dan 750 micron. Serbuk arang ditimbang sebanyak 30 gram dan dimasukkan ke dalam 150 mL KOH 15%, dibiarkan selama 24 jam. Kemudian disaring dan dicuci dengan *aquadest* sampai netral. Dikeringkan pada suhu 100°C selama 2,5 jam.

##### **Analisa Limbah Logam Berat**

Limbah dianalisa dengan AAS.

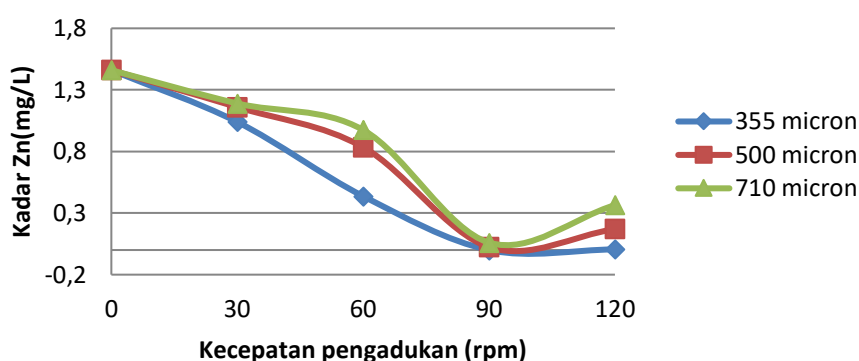
##### **Proses Adsorpsi**

Sampel limbah *percetakan* diambil masing-masing sebanyak 100 mL kemudian dimasukkan ke dalam 3 buah erlenmeyer dan arang aktif dengan

variasi ukuran 355 micron, 500 micron, dan 750 micron ditambahkan sebanyak 10 gram pada masing-masing erlenmeyer. *Shaker* diatur pada kecepatan 30 rpm. diaduk selama 15 menit (satu sampel menggunakan satu waktu pengadukan). Masing-masing campuran didiamkan pada suhu kamar selama 3 jam kemudian campuran disaring dan dibilas dengan *aquadest*. Filtrate yang diperoleh dianalisa dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom (AAS), panjang gelombang disesuaikan. Diulangi prosedur untuk variasi kecepatan pengadukan (60, 90 dan 120 rpm).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Limbah cair pencucian pelat cetak memiliki warna biru kehijauan dan berbau. Dari analisis awal, terdapat kandungan logam Zn dan Pb yang berada di atas baku mutu air limbah yang aman untuk dibuang ke lingkungan. Nilai parameter logam tersebut adalah Zn yaitu 1,46 mg/L dan Pb yaitu 0,1014 mg/L. Hal ini cukup membuktikan bahwa limbah cair pencucian pelat cetak cukup berbahaya. Pengaruh antara kecepatan pengadukan terhadap konsentrasi logam Zn dalam sampel setelah dilakukan adsorpsi dapat dilihat dalam gambar 2.

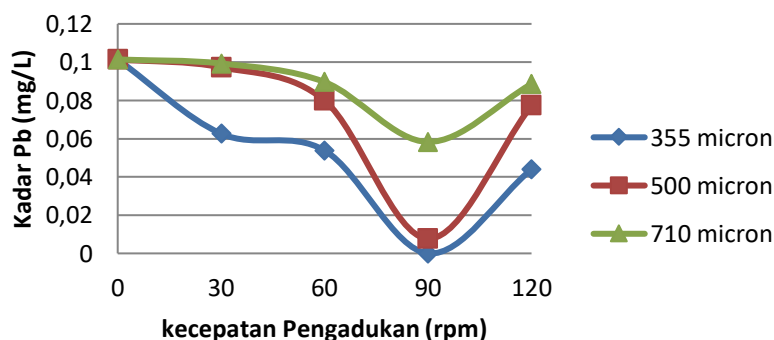


**Gambar 2.** Pengaruh antara kecepatan pengadukan terhadap konsentrasi logam Zn

Gambar 2 menunjukkan bahwa kandungan Zn dalam sampel cenderung menurun seiring meningkatnya kecepatan pengadukan. Penurunan terbesar terdapat pada kecepatan pengadukan 90 rpm dengan ukuran partikel 355 micron yaitu sebesar  $< 0,01$  mg/L. Gambar 2 menunjukkan pada kecepatan 120 rpm, banyaknya logam Zn yang terserap cenderung berkurang dibanding kecepatan 90 rpm. Hal ini terlihat dari gambar yang kembali naik di titik 120 rpm pada semua varian ukuran partikel. Penggunaan kecepatan aduk di atas 90 rpm akan membuat ikatan antar partikel adsorben dan adsorbat terlepas. Di samping itu terlalu cepatnya pengadukan membuat arang aktif tidak sempat membentuk ikatan yang kuat dengan partikel logam

(Hetty, 2009), akibatnya hanya sedikit Zn yang mampu terserap. Dapat dikatakan kecepatan 90 rpm adalah kecepatan aduk yang efektif untuk adsorpsi Zn. Begitu juga dengan pengaruh ukuran partikel, dengan semakin kecilnya ukuran partikel maka semakin banyak logam Zn yang teradsorpsi, pada grafik terlihat penyerapan logam Zn yang paling banyak yaitu pada ukuran partikel 355 micron. Hal ini dikarenakan semakin kecilnya ukuran partikel maka semakin besar luas permukaan adsorben dan semakin banyak logam yang terserap (Atkins, 1999).

Pengaruh antara ukuran partikel terhadap konsentrasi logam Pb dalam sampel setelah dilakukan adsorpsi dapat dilihat dalam gambar 3.



**Gambar 3.** Pengaruh antara kecepatan pengadukan terhadap konsentrasi logam Pb

Gambar 3 menunjukkan bahwa kandungan Pb dalam sampel cenderung menurun seiring meningkatnya kecepatan pengadukan. Penurunan terbesar terdapat pada kecepatan pengadukan 90 rpm dengan ukuran partikel 355 micron yaitu sebesar  $< 0,01$  mg/L. Gambar 3 menunjukkan pada kecepatan 120 rpm, banyaknya logam Zn yang terserap cenderung berkurang dibanding kecepatan 90 rpm. Hal ini terlihat dari gambar yang kembali naik di titik 120 rpm pada semua varian ukuran partikel. Penggunaan kecepatan aduk di atas 90 rpm akan membuat ikatan antar partikel adsorben dan adsorbat terlepas. Di samping itu terlalu cepatnya pengadukan membuat arang aktif tidak sempat membentuk ikatan yang kuat dengan partikel logam (Hetty, 2009), akibatnya hanya sedikit Pb yang mampu terserap. Dapat dikatakan kecepatan 90 rpm adalah kecepatan aduk yang efektif untuk adsorpsi Pb. Begitu juga dengan pengaruh ukuran partikel, dengan semakin kecilnya ukuran partikel maka semakin banyak logam Pb yang terabsorpsi, pada grafik terlihat penyerapan logam Zn yang paling banyak yaitu pada ukuran partikel 355 micron. Hal ini dikarenakan semakin kecilnya ukuran partikel maka semakin besar luas permukaan adsorben dan semakin banyak logam yang terserap (Atkins, 1999).

#### KESIMPULAN

1. Semakin kecil ukuran partikel arang aktif tongkol jagung yang digunakan semakin meningkat penurunan kadar Zn dan Pb karena proses penyerapan adsorbat lebih baik.
2. Semakin cepat pengadukan maka penyerapan logam Zn dan Pb semakin meningkat karena pengadukan akan menyebabkan limbah percetakan dan karbon aktif tongkol jagung dapat bercampur lebih cepat dan kontak yang terjadi dapat lebih cepat pula sehingga proses adsorpsi berlangsung lebih cepat
3. Penurunan kadar Zn dan Pb terbesar terlihat pada kecepatan pengadukan 90 rpm dan ukuran partikel 355 micron di mana parameter Zn dan Pb yang terkandung dalam sampel adalah  $< 0,01$  mg/L.
4. Setelah dilakukan adsorpsi pada limbah, terjadi penurunan kadar Zn dan Pb sampai di bawah baku mutu yang ditetapkan sehingga limbah akan aman bila dibuang ke lingkungan.

#### DAFTAR PUSTAKA

ATKINS PW. 1999. *Kimia Fisika "ed ke-2*  
Kartahadioprojo Irma I, penerjemah Indarto

- Purnomo Wahyu, editor. Jakarta Erlangga. Terjemahan dari: Physical Chemistry.
- CASTELLAN GW. 1982. *Physical Chemistry Third Edition*. New York: General Graphic Services.
- JULIANDINI, FITHRIANITA DAN YULINAH TRIHADININGRUM. 2008. Uji Kemampuan Karbon Aktif dari Limbah Kayu dalam Sampah Kota untuk Penyisihan Fenol. Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan, Program Pascasarjana, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- MAYANG DAN HETTY. 2009. Pengaruh kecepatan dan Waktu Pengadukan Pada Penyerapan Limbah Logam Berat Menggunakan Arang Aktif. Banjarbaru. Universitas lambung Mangkurat.
- MCCABE, WARREN, L., dkk.. 1999. *Operasi Teknik Kimia* . Jilid 2. Erlangga. Jakarta.
- [NEWMOA] The Northeast Waste Management Officials Association. 2006. *Pollution Prevention Technology Profile Computer-to-Plate Lithographic Printing*. Boston: NEWMOA.
- PERATURAN PEMERINTAH. 1999. PP No 18/1999 tentang Pengelolaan Limbah B3.
- PERATURAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP. 2010. MEN No.03/2010 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Kawasan industri.
- REYNOLD, T.D., 1982, *Unit Operation and Process in Environmental Engineering*, Woods Worths Inc: Texas.
- SCHEDER G. 1976. *Buku Perihal Cetak Mencetak*. Yogyakarta: Kanisius.
- SHAU, 1991, *Adsorption Analysis: Equilibria and Kinetics*, Queensland: Imperial College Press.
- SLAMET JS. 1994. *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- SUNDARI, RETNO. 2009. *Pengolahan Limbah Cair Percetakan Dengan Penambahan Koagulan Tawas Dan FeCl3 Serta Penjerapan Oleh Zeolit*. IPB : Bogor.
- SUTAMIHARDJA, DKK. 1982. Adsorpsi Logam Besi Oleh Tumbuhan Air Salvonella Mollesta Mithell. Bandung: Kimia FMIPA Universitas Padjajaran.
- YONG, R.N., A.M.O. MOHAMED, & S.P. WARKENTING. 1992. *Principles of Contaminant Transport in Soils*. Amsterdam: *Development in Geotechnical Engineering Elsevier*.