

## PENGARUH VARIASI WAKTU KONTAK DAN VARIASI pH LARUTAN TERHADAP ADSORBSI ARANG AMPAS TEBU TERAKTIVASI BASA SEBAGAI ADSORBEN CAMPURAN ION $2+$ LOGAM $Pb^{2+}$ DAN ION LOGAM Cu

Alfiana Lutfianingsih\*, Bakti Mulyani

Pendidikan Kimia, FKIP Universitas Sebelas Maret  
Jl. Ir Sutami No.36 A, Surakarta, Jawa Tengah, 57126

Untuk korespondensi : [alfilutfia56@gmail.com](mailto:alfilutfia56@gmail.com) (HP. 087848462589)

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi waktu kontak adsorben dan pH terhadap kapasitas adsorbsi larutan campuran ion logam  $Pb^{2+}$  dan ion logam  $Cu^{2+}$ .

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen di laboratorium. Uji adsorpsi arang aktif ampas tebu terhadap adsorpsi larutan campuran ion logam  $Pb^{2+}$  dan ion logam  $Cu^{2+}$  menggunakan variasi waktu kontak 30, 45, 60, 75, dan 90 menit, sedangkan untuk variasi pH 4, 5, dan 6. Penentuan kadar larutan ion logam  $Pb^{2+}$  dan ion logam  $Cu^{2+}$  yang terserap oleh arang aktif ampas tebu ditentukan dengan menggunakan instrumen AAS.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa : Adsorben dari arang aktif ampas tebu dapat digunakan untuk adsorpsi larutan campuran ion logam  $Pb^{2+}$  dan  $Cu^{2+}$ ; pada variasi waktu kontak kapasitas adsorpsi ion logam  $Pb^{2+}$  optimum tercapai pada variasi waktu 75 menit sedangkan untuk kapasitas adsorpsi ion logam  $Cu^{2+}$  terdapat pada variasi waktu kontak 90 menit; pada variasi pH campuran, kapasitas adsorpsi ion logam  $Pb^{2+}$  dan ion logam  $Cu^{2+}$  tertinggi terdapat pada variasi pH campuran 4; pada variasi waktu kontak adsorben, kapasitas adsorpsi ion logam  $Pb^{2+}$  lebih tinggi daripada kapasitas adsorpsi ion logam  $Cu^{2+}$ ; pada variasi pH kapasitas adsorpsi ion logam  $Cu^{2+}$  lebih besar daripada kapasitas adsorpsi ion logam  $Pb^{2+}$  pada pH 4 dan 5, sedangkan pada pH 6 kapasitas adsorpsi ion logam  $Pb^{2+}$  lebih besar daripada kapasitas adsorpsi ion logam  $Cu^{2+}$ .

**Kata Kunci :** ampas tebu, arang aktif, waktu kontak, pH

### ABSTRACT

This study aims to determine the effect of variations in adsorbent contact time and pH on the adsorption capacity of a mixture of  $Pb^{2+}$  metal ions and  $Cu^{2+}$  metal ions.

This study used an experimental method in the laboratory. The adsorption test for bagasse activated charcoal on the adsorption of a mixture of  $Pb^{2+}$  metal ions and  $Cu^{2+}$  metal ions used variations in contact time of 30, 45, 60, 75, and 90 minutes, while for variations in pH 4, 5, and 6. Determination of the  $Pb^{2+}$  metal ion solution content and the  $Cu^{2+}$  metal ions absorbed by the bagasse activated charcoal were determined using the AAS instrument.

The results showed that: Adsorbent from bagasse activated charcoal can be used for adsorption of mixed solutions of  $Pb^{2+}$  and  $Cu^{2+}$  metal ions; in the variation of the adsorbent contact time the optimum adsorption capacity of  $Pb^{2+}$  metal ions was at 75 minutes while for capacity and the highest adsorption of  $Cu^{2+}$  metal ions was found in the variation of contact time of 90 minutes; in the variation of pH of the mixture, the highest adsorption capacity of  $Pb^{2+}$  metal ions and  $Cu^{2+}$  metal ions was found in variations in the pH of the mixture 4; in variations of the adsorbent contact time, ion adsorption capacity metal  $Pb^{2+}$  was higher than the adsorption capacity of  $Cu^{2+}$  metal

ions; at variations in pH, the adsorption capacity of  $\text{Cu}^{2+}$  metal ions was greater than the adsorption capacity of  $\text{Pb}^{2+}$  metal ions at pH 4 and 5, while at pH 6 the adsorption capacity of  $\text{Pb}^{2+}$  metal ions was greater than the capacity adsorption of  $\text{Cu}^{2+}$  metal ions.

**Keywords:** *bagasse, activated charcoal, contact time, pH*

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara beriklim tropis, sehingga berbagai jenis tanaman dapat tumbuh dengan mudah di Indonesia. Banyak manfaat yang dapat kita ambil dari tanaman-tanaman tersebut, salah satunya adalah tanaman tebu (*Saccharum officinarum L*). Luas areal perkebunan tebu di Indonesia mencapai 344 ribu hektar pada tahun 2007 dan sekitar 420,15 ribu hektar pada tahun 2017.

Tebu yang diperoleh dari perkebunan pada umumnya diolah menjadi gula di pabrik-pabrik gula. Salah satu limbah yang dihasilkan yaitu ampas tebu (*bagasse*). Penimbunan *bagasse* dalam kurun waktu tertentu dapat menimbulkan permasalahan bagi pabrik. Mengingat bahan ini berpotensi mudah terbakar, mengotori lingkungan sekitar, dan menyita lahan yang cukup luas untuk penyimpanan.[1]

Akhir-akhir ini, banyak penelitian yang menggunakan bahan dari alam untuk dijadikan sebagai adsorben [2, 3], salah satunya adalah ampas tebu yang merupakan limbah dari industri gula yang nilai ekonomisnya masih rendah. Ampas tebu atau *bagasse* memiliki kandungan karbon yang sangat tinggi, yaitu hemiselulosa (25%), selulosa (50%)[4]. Sedangkan menurut Rizki, ampas tebu mengandung hemiselulosa sebesar 17-

23% dan selulosa sebesar 26-43%[5]. Hal tersebut mampu mengindikasikan bahwa ampas tebu berpotensi sebagai bahan pembuat arang aktif dengan cara karbonisasi dan aktivasi. Menurut Husin, komposisi kimia ampas tebu terdiri dari adanya selulosa (37,65%), lignin (22,09%), pentosan (27,97%),  $\text{SiO}_2$  (3,01%), abu (3,82%), dan sari (1,81%)[6]. Adanya kandungan selulosa dan lignin pada ampas tebu berpotensi untuk dikonversi menjadi sumber karbon sehingga berperan penting pada proses adsorpsi. Pemanfaatan ampas tebu dilakukan oleh Apriliani yang diolah menjadi arang ampas tebu sebagai adsorben ion logam Cd, Cr, Cu, dan Pb pada air limbah hingga diperoleh efisiensi penyerapan tertinggi ion logam Cu sebesar 92,85%[7].

Banyak industri seperti tekstil, pertambangan, pengecatan, pelapis listrik, pipa ledeng, pupuk, dan manufaktur baterai menghasilkan air limbah dengan berbagai logam berat seperti Pb (II) dan Cu (II). Jika air limbah dibuang ke lingkungan tanpa perawatan, itu akan mengancam kesehatan manusia[8]. Logam Cu dilepaskan dalam bentuk ion logam Cu(II) dengan berbagai konsentrasi. Adanya ion logam Cu(II) dengan konsentrasi tinggi pada manusia menimbulkan masalah pencernaan, kerusakan ginjal, dan anemia[9]. Pun sama dengan adanya ion

logam Pb(II) konsentrasi tinggi pada manusia dapat menimbulkan masalah pada sistem pencernaan, masalah pada sistem ginjal, masalah pada metabolisme tubuh juga menimbulkan hipertensi[10].

Pada penelitian-penelitian sebelumnya, belum ada penelitian terkait adsorpsi campuran ion logam Cu(II) dan Pb(II). Padahal dalam kenyataannya, limbah berisi berbagai macam ion logam. Untuk itu, perlu adanya pengurangan ion logam Cu(II) dan Pb(II) dalam lingkungan dengan cara mengadsorpsi ion logam Cu(II) dan Pb(II) dengan adsorben.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Bahan dan Instrumen

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ampas tebu, aquades, NaOH, CH<sub>3</sub>COOH, HNO<sub>3</sub>, larutan Pb<sup>2+</sup> dan larutan Cu<sup>2+</sup>. Alat-alat yang digunakan adalah *shaker*, oven, ayakan 100 *mesh*, dan *furnace*. Analisis karakterisasi dari arang ampas tebu menggunakan FTIR dan analisis konsentrasi larutan menggunakan AAS.

### Prosedur Penelitian

#### a. Preparasi Adsorben

Arang ampas tebu dibuat dengan proses karbonisasi. Ampas tebu yang sudah bersih terlebih dahulu dijemur dibawah terik matahari hingga kering kemudian dikeringkan dalam oven untuk mengurangi kadar air yang terkandung dalam ampas tebu. Selanjutnya proses karbonisasi dilakukan selama 2 jam atau hingga tidak keluar asap dari proses pembakaran ampas tebu tersebut pada

kondisi suhu 320°C. Arang ampas tebu yang diperoleh dihaluskan dan disaring dengan ayakan 100 *mesh*. Arang ampas tebu 100 *mesh* direndam dengan NaOH 0,1 N selama 24 jam. Setelah proses aktivasi selesai, arang ampas tebu kemudian di netralkan dan dikeringkan dengan oven.

#### b. Pembuatan Larutan Standar

Larutan standar Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> dan Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> dibuat dengan cara mengencerkan larutan induk Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> dan larutan induk Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 1000 ppm dengan menggunakan pelarut HNO<sub>3</sub> 0,05 M hingga terbentuk larutan standar dengan konsentrasi 1 ppm; 3 ppm; 6 ppm; 9 ppm; 12 ppm; dan 15 ppm. Pengenceran tersebut digunakan untuk membuat kurva standar kalibrasi.

Larutan simulator campuran Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> dan Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> dibuat dengan cara mengencerkan larutan standar Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 1000 ppm dan Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> dengan menggunakan pelarut HNO<sub>3</sub> 0,05 M hingga terbentuk larutan Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> dengan konsentrasi 20 ppm. Kemudian larutan Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> dan Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> dicampurkan.

#### c. Adsorpsi dengan Variasi Waktu Kontak

Adsorpsi ion logam Pb dan Cu dilakukan dengan mencampurkan 20 mL larutan campuran Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> dan Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> dengan arang aktif ampas tebu sebanyak 0,25 g ke dalam erlenmeyer. Setelah itu, erlemeyer diletakkan pada *shaker*. Proses adsorpsi dilakukan pada kecepatan pengadukan 180 rpm dengan variasi lama perendaman 30 menit, 45 menit, 60

menit, 75 menit, dan 90 menit. Kemudian larutan disaring untuk diukur konsentrasi timbal dan tembaga yang teradsorpsi.

**d. Adsorpsi dengan Variasi pH Larutan**

Adsorpsi ion logam Pb dan Cu dilakukan dengan mencampurkan 20 mL larutan campuran Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> dan Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> dengan variasi pH 4, 5, dan 6 ke arang aktif ampas tebu sebanyak 0,25 g dalam erlenmeyer. Setelah itu, erlenmeyer diletakkan pada *shaker*. Proses adsorpsi dilakukan pada kecepatan pengadukan 180 rpm dengan lama perendaman 75 menit. Kemudian larutan disaring untuk diukur konsentrasi timbal dan tembaga yang teradsorpsi.

**e. Karakterisasi adsorben dan effluent**

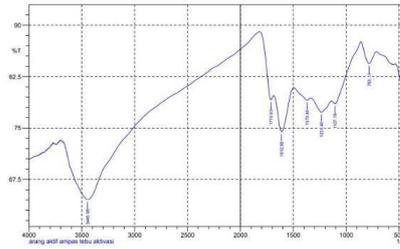
Penentuan gugus fungsi dari adsorben yang telah melalui proses karbonisasi dan aktivasi dilakukan dengan menganalisisnya menggunakan Fourier transform infra-red (FTIR).

Kemudian untuk konsentrasi ion timbal dan tembaga dalam effluen hasil adsorpsi, konsentrasi larutan standar Pb dan larutan standar Cu sebagai pembanding dianalisis menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (AAS).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Karakterisasi FTIR Arang Aktif Ampas Tebu**

Pada penelitian ini FTIR digunakan untuk mengkarakterisasi adsorben karbon aktif ampas tebu untuk mengetahui gugus fungsi yang terkandung dalam karbon aktif ampas tebu yang akan digunakan sebagai adsorben logam berat Pb<sup>2+</sup> dan Cu<sup>2+</sup>.



Gambar 1. Grafik Hasil Karakterisasi FTIR

Tabel 1. Hasil Analisis Karakterisasi FTIR

Bilangan gelombang	Gugus fungsi
3445.98	O-H
1710.93	C=O
1612.56	C=C (aromatic)
1370.48	-CH <sub>3</sub>
1235.46	C-O
1107.48	C-O
783.13	C

Ampas tebu memiliki kandungan serat selulosa yang tinggi yaitu sekitar 45 %[13]. Hasil karakterisasi FTIR menunjukkan bahwa karbon aktif ampas tebu memiliki gugus fungsi hidroksil -OH pada daerah serapan 3445,98 cm<sup>-1</sup>,

gugus fungsi karboksilat C = O pada daerah serapan 1612,56 cm<sup>-1</sup>, dan CO karboksilat pada daerah serapan 1107,48 cm<sup>-1</sup> dan 1235,46 cm<sup>-1</sup>. Gugus fungsi ini terdapat dalam selulosa dan hemiselulosa, dan mereka akan berperan dalam adsorpsi logam berat.

#### Adsorpsi ion logam berat oleh adsorben arang aktif ampas tebu

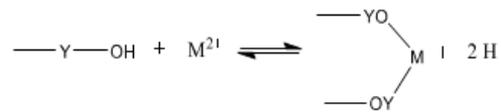
Adsorpsi adalah proses penggumpalan substansi terlarut dalam larutan oleh permukaan zat penyerap yang membuat masuknya bahan dan mengumpul dalam suatu zat penyerap. Pada Adsorpsi ada yang disebut Adsorben dan Adsorbat. Adsorben adalah zat penyerap, sedangkan adsorbat adalah zat yang diserap[14]. Dalam penelitian ini yang berperan sebagai adsorben adalah serbuk arang aktif ampas tebu, sedangkan adsorbatnya adalah larutan campuran ion logam Pb<sup>2+</sup> dan ion logam Cu<sup>2+</sup>.

Menurut prinsip HSAB Pearson, asam kuat akan berinteraksi dengan basa kuat untuk membentuk kompleks, begitu juga asam lemah dengan basa lemah[15].

Berdasarkan hasil karakterisasi FTIR, karbon aktif ampas tebu memiliki gugus fungsi -OH pada selulosa. Menurut Pinem, kemampuan selulosa sebagai adsorben disebabkan oleh interaksi aktif antara gugus hidroksil -OH dengan ion logam[16]. Gugus aktif -OH diklasifikasikan sebagai basa keras (*hard*) yang berinteraksi dengan ion. Ion logam Pb<sup>2+</sup> dan Cu<sup>2+</sup> diklasifikasikan sebagai asam daerah batas yang mampu membentuk

senyawa kompleks melalui ikatan kovalen. Mekanisme adsorpsi logam berat terjadi melalui pertukaran ion.

Mekanisme yang mungkin adalah sebagai berikut.



#### Kapasitas Adsorpsi Variasi Waktu

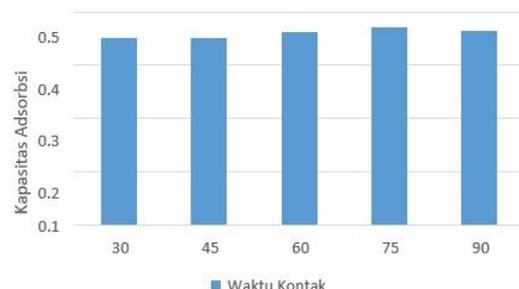
##### Kontak

##### 1) Ion logam Pb<sup>2+</sup>

Tabel 2. Kapasitas adsorpsi ion logam Pb<sup>2+</sup> pada variasi waktu kontak adsorben arang aktif ampas tebu.

Waktu	Konsentrasi	Konsentrasi	Pb terserap (ppm)	Kapasitas Adsorpsi
30	8,7933	3,1407	5,6526	0,4522
45	8,7933	3,1407	5,6526	0,4522
60	8,7933	3,0191	5,7742	0,4619
75	8,7933	2,9019	5,8914	0,4713
90	8,7933	2,9881	5,8132	0,4651

Dari data di atas diperoleh grafik kapasitas adsorpsi ion logam Pb<sup>2+</sup> sebagai berikut.



Gambar 2. Grafik Hubungan Waktu Kontak dengan Kapasitas Adsorpsi Ion Logam Pb

Berdasarkan grafik diatas, kapasitas adsorpsi optimum terdapat pada waktu kontak menit ke-75 yaitu sebesar

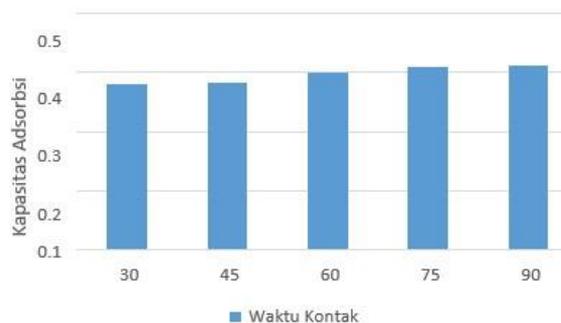
0,4713 mg/g. Pada waktu kontak menit ke-75 menuju ke menit ke-90 mengalami penurunan. Menurut Idzati, pada kondisi tersebut berarti proses adsorpsi telah tercapai kejenuhan karena sudah terpenuhinya gugus aktif pada adsorben sehingga peluang terjadinya ikatan dengan logam berat menjadi kecil[17].

## 2) Ion logam Cu<sup>2+</sup>

Tabel 3. Kapasitas adsorpsi ion logam Cu<sup>2+</sup> pada variasi waktu kontak adsorben arang aktif ampas tebu.

Waktu (menit)	Konsentrasi Blanko (ppm)	Konsentrasi Akhir (ppm)	Cu terserap (ppm)	Kapasitas Adsorpsi (mg/g)
30	8,8063	4,0723	4,7340	0,3787
45	8,8063	4,2760	4,5303	0,3818
60	8,8063	3,8114	4,9949	0,3996
75	8,8063	3,7200	5,1219	0,4098
90	8,8063	3,6574	5,1489	0,4119

Dari data di atas diperoleh grafik kapasitas adsorpsi ion logam Cu<sup>2+</sup> sebagai berikut.



Gambar 3. Grafik Hubungan Waktu Kontak dengan Kapasitas Adsorpsi Ion Logam Cu

Berdasarkan grafik diatas, kapasitas adsorpsi dari menit awal sampai ke menit ke-90 selalu mengalami peningkatan. Dengan kapasitas adsorpsi terendah terdapat pada menit ke-30 yaitu

sebesar 0,3787 mg/g dan kapasitas tertinggi terdapat pada menit ke-90 yaitu sebesar 0,4119 mg/g. Namun pada penelitian ini belum dapat dipastikan pada menit ke berapa dapat dikatakan sebagai waktu kontak optimum, ini dikarenakan kapasitas adsorpsi yang lebih besar masih mungkin dapat diperoleh pada waktu yang lebih lama.

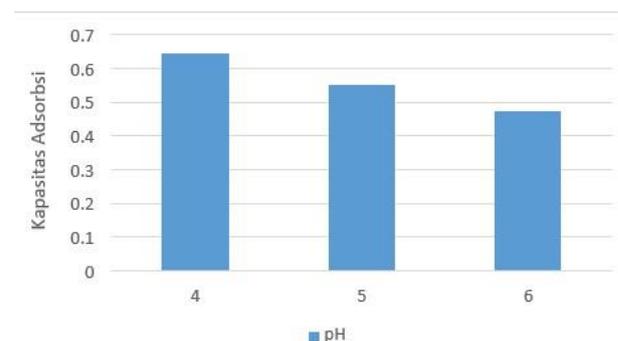
## Kapasitas Adsorpsi Variasi pH

### 1) Ion logam Pb<sup>2+</sup>

Tabel 4. Kapasitas adsorpsi ion logam Pb<sup>2+</sup> pada variasi pH campuran larutan Pb<sup>2+</sup> dan larutan Cu<sup>2+</sup>.

pH	Konsentrasi	Konsentrasi	Pb terserap	Kapasitas
	si	asi		
4	8,2501	0,1713	8,0788	0,6463
5	6,9652	0,0739	6,8913	0,5513
6	5,9018	0,0000	5,9018	0,4721

Dari data di atas diperoleh grafik kapasitas adsorpsi ion logam Pb<sup>2+</sup> sebagai berikut.



Gambar 4. Grafik Hubungan pH dengan Kapasitas Adsorpsi Ion Logam Pb

Berdasarkan grafik diatas, kapasitas adsorpsi logam Pb oleh adsorben arang aktif tertinggi terjadi pada pH campuran 4 yaitu 0,6463 mg/g sedangkan

adsorpsi terendah terjadi pada pH 6 yaitu 0,4721 mg/g. Kapasitas adsorpsi mengalami penurunan saat pH naik dari pH 4 menuju

pH	Konsentrasi Blanko	Konsentrasi Akhir	Cu terserap (ppm)	Kapasitas Adsorpsi (mg/g)
4	8,3792	0,1427	8,2365	0,6589
5	7,6102	0,0425	7,5275	0,6022
6	5,4446	0,0391	5,4055	0,4324

pH 6.

Menurut Saifuddin & Raziah pada pH tinggi terjadi presipitasi ion Pb yang mengurangi kelarutan ion Pb pada larutan yang mengakibatkan berkurangnya jumlah ion Pb yang dapat diserap oleh permukaan adsorben[18]. Keasaman (pH) tinggi konsentrasi OH<sup>-</sup> larutan juga tinggi sehingga ion Pb lebih mudah mengikat ion OH<sup>-</sup> dibandingkan berikatan dengan adsorben.

Karena hal tersebut mempengaruhi kapasitas adsorpsi yang terjadi. Kapasitas adsorpsi yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel diatas. Kapasitas adsorpsi terbesar terjadi pada pH larutan asam atau tepatnya pada pH 4 dan kapasitas terkecil terjadi pada pH 6.

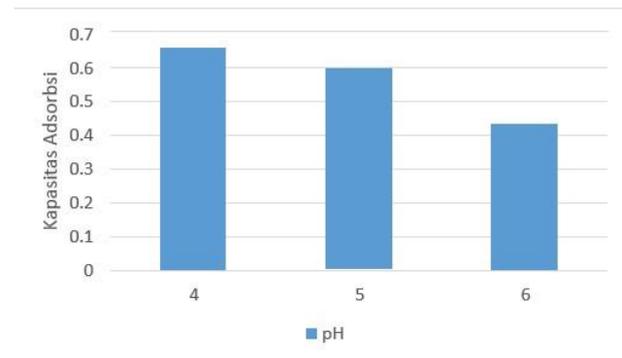
Pada pH 4 dan 5 (keadaan asam) adsorpsi terhadap logam makin besar, hal ini disebabkan pada kondisi tersebut ion H<sup>+</sup> semakin berkurang dan kesetimbangan bergeser kearah kanan sesuai dengan asas Le Chatelier yaitu apabila suatu sistem kesetimbangan salah satu dikurangi maka kesetimbangan bergeser ke arah yang dikurangi tersebut. Dengan adanya pergeseran kesetimbangan PbOH<sup>+</sup>

bertambah menyebabkan daya serap adsorben terhadap ion logam (Pb) semakin besar

## 2) Ion logam Cu<sup>2+</sup>

Tabel 5. kapasitas adsorpsi ion logam Cu<sup>2+</sup> pada variasi pH campuran dengan menggunakan adsorben arang aktif ampas tebu.

Dari data di atas diperoleh grafik kapasitas adsorpsi ion logam Cu<sup>2+</sup> sebagai berikut.



Gambar 5. Grafik Hubungan pH dengan

## Kapasitas Adsorpsi Ion Logam Cu

Berdasarkan diatas, kapasitas adsorpsi logam Pb oleh adsorben arang aktif tertinggi terjadi pada pH campuran 4 yaitu 0,6589 mg/g sedangkan adsorpsi terendah terjadi pada pH 6 yaitu 0,4324 mg/g. Kapasitas adsorpsi mengalami penurunan saat pH naik dari pH 4 menuju pH 6.

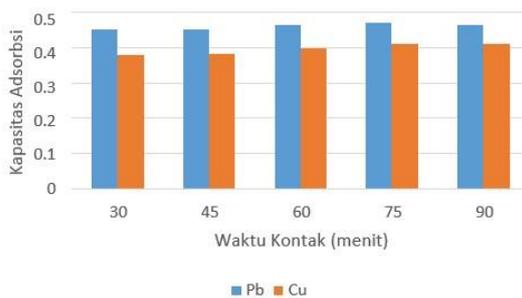
Menurut Saifuddin & Raziah, pengendapan ion Cu pada nilai pH yang tinggi akan menurunkan kelarutan ion Cu dalam larutan, sehingga terjadi penurunan jumlah ion Pb yang dapat diserap permukaan adsorben[18]. Keasaman (pH)

yang tinggi dari larutan, menyebabkan OH<sup>-</sup> juga sangat tinggi, sehingga ion Cu lebih mudah berikatan dengan ion OH<sup>-</sup> dibandingkan dengan adsorben, hal tersebutlah yang mempengaruhi kapasitas adsorpsi Tabel di atas menunjukkan kapasitas adsorpsi yang telah dilakukan. Kapasitas adsorpsi maksimum muncul pada nilai pH dan kapasitas minimum muncul pada pH 6.

### Kompetisi Adsorpsi Variasi Waktu

#### Kontak

Grafik kompetisi kapasitas adsorpsi antara ion logam Pb<sup>2+</sup> dan Cu<sup>2+</sup>



Gambar 6. Grafik Kompetisi Kapasitas Adsorpsi Ion Logam Pb dan Cu pada Variasi Waktu Kontak

Jika suatu larutan campuran ion logam dikenakan oleh suatu adsorben, maka pada campuran tersebut pasti akan terjadi kompetisi antar ion logamnya. Untuk mengetahui kompetisi yang terjadi antara ion logam yang terdapat dalam campuran ion Pb<sup>2+</sup> dan ion Cu<sup>2+</sup>, maka dibuatlah variasi waktu kontak adsorben yaitu selama 30, 45, 60, 75 dan 90 menit.

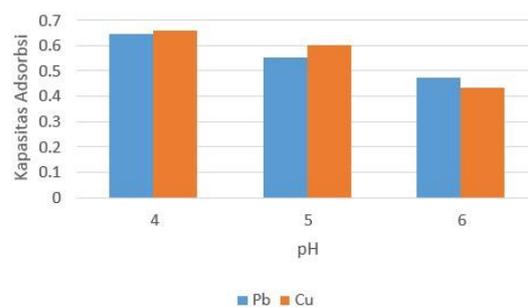
Berdasarkan data yang dihasilkan dari percobaan ini, kemampuan adsorpsi arang aktif terhadap ion logam berat Pb<sup>2+</sup>

dan Cu<sup>2+</sup>, ion logam berat Pb<sup>2+</sup> memiliki daya serap yang lebih ditinggi dibandingkan dengan ion logam berat Cu<sup>2+</sup>. Jari- jari ion logam Pb lebih besar dari jari-jari ion logam Cu yaitu 120 pm, sedangkan jari-jari ion logam Cu adalah 87 pm. Secara teoritis, jika jari-jari kecil dan muatan besar, kation akan lebih terpolarisasi. Selain itu, kemampuan beberapa logam berat untuk berikatan dengan gugus OH pada karbon aktif mengikuti urutan sebagai berikut: Hg > Cu > Ni > Pb > Co > Cd, kemudian logam dengan laju serapan terbesar adalah Cu, disusul logam Pb[19].

Dalam penelitian ini hasilnya tidak sesuai dengan teori yang ada, karena logam timbal lebih kompetitif dibandingkan logam tembaga. Hal ini terjadi karena pada campuran logam, distribusi (persebaran) karbon aktif ampas tebu belum optimal yang dikarenakan metode pengadukan menggunakan shaker yang bisa menyebabkan terbentuk flok-flok di sekitar dinding wadah. Fok-flok ini yang dapat menghambat distribusi (persebaran) karbon aktif di dalam wadah pencampur.

### Kompetisi Adsorpsi Variasi pH

Grafik kompetisi kapasitas adsorpsi antara ion logam Pb<sup>2+</sup> dan Cu<sup>2+</sup>



Gambar 7. Grafik Kompetisi Kapasitas Adsorpsi Ion Logam Pb dan Cu pada Variasi pH Campuran

Jika suatu larutan campuran ion logam dikenakan oleh suatu adsorben, maka pada campuran tersebut pasti akan terjadi kompetisi antar ion logamnya. Untuk mengetahui kompetisi yang terjadi antara ion logam yang terdapat dalam campuran ion  $Pb^{2+}$  dan ion  $Cu^{2+}$ , maka dibuatlah variasi pH campuran larutan ion  $Pb^{2+}$  dan larutan ion  $Cu^{2+}$  yaitu pH 4, 5, dan 6.

Menurut Sukardjo, penyerapan pada pH tinggi ( $pH > 6$ ) lebih cenderung memberikan hasil yang kurang sempurna, karena terbentuknya senyawa oksidasi dari unsur-unsur lebih besar sehingga akan menutupi permukaan adsorben dan menghalangi proses penyerapan partikel-partikel terlarut dalam adsorben[20].

Berdasarkan data yang dihasilkan dari percobaan ini, kemampuan adsorpsi arang aktif terhadap ion logam berat  $Pb^{2+}$  dan  $Cu^{2+}$ , pada pH 4 dan 5 ion  $Cu^{2+}$  memiliki daya serap yang lebih ditinggi dibandingkan dengan ion  $Pb^{2+}$ , ini karena pada pH 4 dan 5 konsentrasi  $Cu^{2+}$  lebih tinggi dari konsentrasi ion  $Pb^{2+}$ . Sedangkan pada pH 6 ion  $Pb^{2+}$  memiliki daya serap yang lebih ditinggi dibandingkan dengan ion  $Cu^{2+}$  karena pada pH 6 konsentrasi  $Pb^{2+}$  lebih tinggi dari konsentrasi ion  $Cu^{2+}$ . Menurut Barros, semakin besar konsentrasi maka semakin tinggi jumlah molekul dalam larutan sehingga meningkatkan laju reaksi antara molekul adsorbat dan adsorben[21]. Oleh

karena itu, pada ion logam  $Cu^{2+}$  terserap lebih banyak oleh adsorben arang aktif ampas tebu pada variasi pH 4 dan 5, sedangkan pada ion logam  $Pb^{2+}$  terserap lebih banyak oleh adsorben arang aktif ampas tebu pada variasi pH 6.

### KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa : (1) Adsorben dari arang aktif ampas tebu dapat digunakan untuk adsorpsi larutan campuran ion logam  $Pb^{2+}$  dan  $Cu^{2+}$ ; (2) Pada variasi waktu kontak kapasitas adsorpsi ion logam  $Pb^{2+}$  optimum tercapai pada variasi waktu 75 menit sedangkan untuk kapasitas adsorpsi ion logam  $Cu^{2+}$  terdapat pada variasi waktu kontak 90 menit; (3) Pada variasi pH campuran, kapasitas adsorpsi ion logam  $Pb^{2+}$  dan ion logam  $Cu^{2+}$  tertinggi terdapat pada variasi pH campuran 4; (4) Pada variasi waktu kontak adsorben, kapasitas adsorpsi ion logam  $Pb^{2+}$  lebih tinggi daripada kapasitas adsorpsi ion logam  $Cu^{2+}$ ; (5) Pada variasi pH kapasitas adsorpsi ion logam  $Cu^{2+}$  lebih besar daripada kapasitas adsorpsi ion logam  $Pb^{2+}$  pada pH 4 dan 5, sedangkan pada pH 6 kapasitas adsorpsi ion logam  $Pb^{2+}$  lebih besar daripada kapasitas adsorpsi ion logam  $Cu^{2+}$ .

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih saya ucapkan kepada :

1. Ibu Dr. rer. nat. Sri Mulyani, M. Si selaku Kepala Program Studi Pendidikan Kimia FKIP UNS.

2. Ibu Dra. Bakti Mulyani, M.Si selaku dosen pembimbing sekaligus pembimbing akademik yang senantiasa memberikan bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
3. Bapak dan Ibu tercinta yang senantiasa memberikan dukungan.
4. Teman-teman Pendidikan Kimia angkatan 2017 yang selalu mendukung.
5. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

#### DAFTAR RUJUKAN

- [1] T. R. Satioko, S. Wahyuni, and N. B. Santoso, "Info Artikel," *Indones. J. Chem. Sci.*, vol. 2, no. 3, pp. 207–211, 2013, [Online]. Available: <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/edaj>.
- [2] E. M. Soliman, S. A. Ahmed, and A. A. Fadl, "Reactivity of sugar cane bagasse as a natural solid phase extractor for selective removal of Fe(III) and heavy-metal ions from natural water samples," *Arab. J. Chem.*, vol. 4, no. 1, pp. 63–70, 2011, doi: 10.1016/j.arabjc.2010.06.021.
- [3] S. Olivera, H. B. Muralidhara, K. Venkatesh, V. K. Guna, K. Gopalakrishna, and Y. Kumar K., "Potential applications of cellulose and chitosan nanoparticles/composites in wastewater treatment: A review," *Carbohydr. Polym.*, vol. 153, pp. 600–618, 2016, doi: 10.1016/j.carbpol.2016.08.017.
- [4] E. Hermiati, D. Mangunwidjaja, T. C. Sunarti, and O. Suparno, "Pemanfaatan biomassa lignoselulosa ampas tebu untuk produksi bioetanol," *J. Penelit. dan Pengemb. Pertan.*, vol. 29, no. 4, pp. 121–130, 2010, doi: 10.21082/jp3.v29n4.2010.p121-130.
- [5] W. Rizki, Akhiruddin, and Sudiatai, "Pembuatan dan karakterisasi plafon dari serbuk ampas tebu dengan perekat poliester," in *FMIPA USU*, 2013, pp. 1–6.
- [6] A. . Husin, "Pemanfaatan Limbah untuk Bahan Bangunan," 2007. .
- [7] A. Apriliani, "Pemanfaatan Arang Ampas Tebu sebagai Adsorben Ion Logam Cd, Cr, Cu dan Pb dalam Air Limbah," *Skripsi*, pp. 54–56, 2010.
- [8] J. Y. Lee, C. H. Chen, S. Cheng, and H. Y. Li, "Adsorption of Pb(II) and Cu(II) metal ions on functionalized large-pore mesoporous silica," *Int. J. Environ. Sci. Technol.*, vol. 13, no. 1, pp. 65–76, 2016, doi: 10.1007/s13762-015-0841-y.
- [9] G. Andaka, "Penurunan kadar tembaga pada limbah cair industri kerajinan perak dengan presipitasi menggunakan natrium hidroksida," *J. Teknol.*, vol. 1, no. 2, pp. 127–134, 2008.
- [10] L. Nurbaeti, A. T. Prasetya, and E. Kusumastuti, "Arang Ampas Tebu (Bagasse) Teraktivasi Asam Klorida sebagai Penurun Kadar Ion H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>-," *Indones. J. Chem. Sci.*, vol. 7, no. 2, pp. 132–139, 2018.
- [11] I. Nurhayati, J. Sutrisno, Pungut, and B. P. Sembodo, "Arang Aktif Ampas Tebu Sebagai Media Adsorpsi Untuk Meningkatkan Kualitas Air Sumur Gali," *Tek. Waktu*, vol. 13, no. 2, pp. 9–18, 2015.
- [12] M. F. P. Sari, P. Loekitowati, and R. Mohadi, "Penggunaan Karbon Aktif Dari Ampas Tebu Sebagai Adsorben Zat Warna Procion Merah Limbah Cair Industri Songket," *J. Nat. Resour. Environ. Manag.*, vol. 7, no. 1, pp. 37–40, 2017, doi: 10.19081/jpsl.2017.7.1.37.
- [13] R. Tasanif, I. Isa, and W. R. Kunusa, "Potensi Ampas Tebu Sebagai Adsorben Logam Berat Cd, Cu dan Cr," *Jambura J. Chem.*, vol. 2, no. 1, pp. 35–45, 2020, doi: 10.34312/jambchem.v2i1.2608.
- [14] Giyatmi, Z. Kamal, and D. Melati, "Penurunan Kadar Cu, Cr dan Ag dalam Limbah Cair Industri Perak di Kotagede setelah Diadsorpsi dengan Tanah Liat dari

Daerah Godean," *Semin. Nas. IV SDM Teknol. Nukl.*, pp. 99–106, 2008.

[15] R. G. Pearson, "Hard and soft acids and bases, HSAB, Part II: Underlying theories," *J. Chem. Educ.*, vol. 45, no. 10, pp. 643–648, 1968, doi: 10.1021/ed045p643.

[16] D. A. Pinem, G. Mimpin, and A. Ginting, "Synthesis Cellulose Citrate from Isolated Cellulose of Durian Peel ( *Durio Zibethius murr* ) as Absorption Pb 2 + Ion," *Int. J. Sci. Technol. Eng.*, vol. 4, no. 9, pp. 23– 28, 2018.

[17] N. R. Idzati, E. B. Susatyo, and E. Kusumastuti, "Penurunan Kadar Ion Cd 2+ dalam Larutan dengan Kitosan Imobilisasi Ditizon," *Indones. J. Chem. Sci.*, vol. 6, no. 2, 2017.

[18] N. Saifuddin and A. Z. Raziah, "Remoal of Heavy Metals from Industrial Effluent Using *Saccharomyces Cerevisiae* ( Baker ' s Yeast ) Immobilised in Chitosan / lignosulphonate Matrix," *J. Appl. Sci. Res.* 3(12) 2091-2099, 2007, vol. 3, no. 12, pp. 2091–2099, 2007.

[19] S. Wibowo, W. Syafi, and G. Pari, "KARAKTERISASI PERMUKAAN ARANG AKTIF TEMPURUNG BIJI NYAMPLUNG," *Makara, Teknol.*, vol. 15, no. 1, pp. 17–24, 2011.

[20] Sukardjo, *Kimia Anorganik*. Jakarta: Rineka Cipta, 1990.

[21] L. M. Barros Júnior, G. R. Macedo, M. M. L. Duarte, E. P. Silva, and A. K. C. L. Lobato, "Biosorption of cadmium using the fungus *aspergillus niger*," *Brazilian J. Chem. Eng.*, vol. 20, no. 3, pp. 229–239, 2003, doi: 10.1590/S0104- 66322003000300003.