



# Sanitasi

## Jurnal Kesehatan Lingkungan

- Penurunan Kadar Tembaga (Cu) pada Limbah Cair Industri Elektroplating Menggunakan Cangkang Telur Ayam Potong Teraktivasi Termal  
*Ninis Dian Ratnasari, Anita Dewi Moelyaningrum & Ellyke* 56 - 62
- Kajian Efektivitas Tanaman *Sansevieria trifasciata* dalam Mereduksi Konsentrasi Gas Carbon Monoxide (CO) di Jalan Raya Kabupaten Ponorogo  
*Eka Rosanti & Ratih Andhika A. R.* 63 - 67
- Lama Bertani dan Hubungannya dengan *Cholinesterase* Darah Petani Hortikultura di Kecamatan Simpang Empat, Kabupaten Karo  
*Destanul Aulia, Sri Fajar Ayu & Fazidah Agulina Siregar* 68 - 73
- Efektifitas Ekstrak Etanol Kelopak Buah *Sonneratia alba* sebagai *Larvasida Aedes aegypti*  
*Ratna Yulawati, Deny Kurniawan & Indah Permata Sari* 74 - 79
- Efek Ekstrak Bunga Kecombrang (*Etingera elatior*) sebagai *Repellent* Nyamuk *Aedes aegypti*  
*Zulfikar, Mahdinursyah & Wiwit Aditama* 80 - 87
- Peningkatan Praktik Cuci Tangan Pakai Sabun pada Anak Usia Sekolah dengan Metoda Emo Demo  
*Dahlia Indah Amareta & Efri Tri Ardianto* 88 - 93
- Modifikasi *Ovitrap* dan Tingkat Partisipasi Masyarakat dalam Meningkatkan Angka Bebas Jentik dengan Menggunakan Biji Jarak (*Ricinnus communis*) di Kota Medan  
*Indra Chahaya & Novrial* 94 - 99

<b>Sanitasi</b>	Volume 9	Nomor 2	Halaman 56 - 99	Yogyakarta November 2017	p-ISSN 1978-5763 e-ISSN 2579-3896
-----------------	----------	---------	--------------------	-----------------------------	--------------------------------------



Diterbitkan Oleh:

**JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN**  
**POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES YOGYAKARTA**

## Editorial Team

### Editor In Chief

1. Agus Kharmayana Rubaya, Poltekkes Kemenkes Yogyakarta, Indonesia

### Editorial Board

1. Dr. Imam Khambali, Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya, Indonesia
2. Dr. Nugroho Susanto, Universitas Respati Yogyakarta, Indonesia
3. Dr. Sunarsieh Sunarsieh, Politeknik Kesehatan Kemenkes Pontianak, Indonesia
4. Siti Hani Istiqomah, Poltekkes Kemenkes Yogyakarta, Indonesia

Sanitasi: Jurnal Kesehatan Lingkungan indexed by:



## Penurunan Kadar Tembaga (Cu) pada Limbah Cair Industri Elektroplating Menggunakan Cangkang Telur Ayam Potong Teraktivasi Termal

Ninis Dian Ratnasari\*, Anita Dewi Moelyaningrum\*, Ellyke\*

\*Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37, Jember, Jawa Timur 68121  
email: anitamoelyani@gmail.com

### Abstract

Copper (Cu) heavy metal is produced from electroplating industry in its liquid waste. Eggshell has 7.000-17.000 pores and  $\text{CaCO}_3$  that can be used as an adsorbent for adsorbing Cu. The purpose of this research was to analyze the differences of Cu levels between the liquid waste which was not given and which was given with broiler's eggshell powder thermal activated at 600 °C in concentration of 20 g/l, 25 g/l, and 30 g/l at 90 minutes contact duration. Type of this research was a true experiment. The data were analyzed by using One Way Anova test at  $\alpha = 0,05$ . The results show significant differences of Cu levels between control and treatment groups ( $p\text{-value} < 0,001$ ). Broiler's eggshell powder with 30 gr/l concentration gives the highest reduction of the Cu level, i.e. as much as 69,23 %. Broiler's eggshell powder can be used as Cu adsorbent, but further research is needed to control the other variables, namely: adsorbate concentration, surface tension, and stirring time, in order to obtain the optimum adsorption conditions.

**Keywords** : adsorption, copper (Cu), electroplating waste, chicken eggshell

### Intisari

Limbah cair yang dihasilkan oleh industri elektroplating mengandung logam berat tembaga (Cu). Cangkang telur memiliki 7.000-17.000 pori dan  $\text{CaCO}_3$  sehingga dapat digunakan sebagai adsorben untuk menyerap logam Cu. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis perbedaan kadar Cu antara limbah cair yang tidak diberi dan yang diberi serbuk cangkang telur ayam potong teraktivasi termal pada 600 °C menggunakan konsentrasi 20 gr/l, 25 gr/l, dan 30 gr/l dengan lama kontak 90 menit. Jenis penelitian yang dilakukan adalah true experiment. Data dianalisis menggunakan uji One Way Anova dengan  $\alpha = 0,05$ . Hasil penelitian menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar Cu pada kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan ( $p < 0,001$ ). Konsentrasi serbuk cangkang telur ayam potong 30 g/l memberikan penurunan tertinggi terhadap kadar Cu, yaitu sebesar 69,23 %. Cangkang telur ayam potong dapat digunakan sebagai adsorben Cu, namun perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan mengontrol variabel lainnya, yaitu konsentrasi adsorbat, tegangan permukaan dan waktu pengadukan, sehingga diperoleh kondisi adsorpsi yang optimum.

**Kata Kunci** : adsorpsi, tembaga (Cu), limbah electroplating, cangkang telur ayam

## PENDAHULUAN

Industri elektroplating dalam kegiatannya merupakan jenis industri yang menghasilkan limbah cair dengan kandungan logam berat yang tinggi. Salah satunya adalah tembaga atau Cu.

Tembaga merupakan contoh kontaminan yang memiliki potensi merusak sistem fisiologis manusia dan sistem biologis lainnya, jika melewati tingkat toleransi. Kadar logam tembaga dalam perairan yang melebihi ambang batas, apabila dikonsumsi berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan seperti kerusakan

pembuluh darah, gangguan paru-paru, kanker, hingga kematian.

Pencemaran logam berat terutama Cu sudah banyak terjadi, sehingga diperlukan suatu pengelolaan terlebih dahulu sebelum limbah tersebut dibuang ke lingkungan. Pengelolaan limbah yang dapat dilakukan adalah dengan metoda adsorpsi, karena metoda ini tidak membutuhkan peralatan dan biaya operasional yang besar.

Konsumsi telur ayam ras di Indonesia, pada kurun waktu antara 1987-2015, rata-rata mengalami peningkatan sebesar 3,57 % per tahun dan akan terus me-

tingkat, hingga tahun 2020 diperkirakan mencapai 6,43 kg/kapita, dengan rata-rata pertumbuhan sebesar 2,98 % per tahun<sup>1)</sup>.

Konsumsi telur yang meningkat setiap tahun menyebabkan cangkang telur dianggap sebagai sampah yang berasal dari rumah tangga maupun industri<sup>2)</sup>. Sementara di sisi lain, limbah cangkang telur tersebut dapat dipergunakan sebagai adsorben dalam menyerap logam berat tembaga.

Cangkang telur ayam potong digunakan sebagai adsorben karena memiliki kandungan  $\text{CaCO}_3$  sebesar 98,41 % dan setiap cangkang telur memiliki 7.000 – 17.000 pori<sup>3)</sup>.  $\text{CaCO}_3$  adalah bahan yang cocok digunakan dalam penghilangan senyawa toksik dan limbah logam berat karena  $\text{CaO}$  yang merupakan komponen pengaktif untuk mengadsorpsi senyawa beracun tersebut dapat dihasilkan dari  $\text{CaCO}_3$ <sup>5)</sup>.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Asip dkk<sup>2)</sup>, menunjukkan bahwa cangkang telur ayam memiliki efisiensi sebesar 99,82 % dalam mengadsorpsi logam Fe. Penelitian oleh Jasinda<sup>4)</sup> menyebutkan bahwa cangkang telur ayam dengan aktivasi suhu 600 °C memiliki luas permukaan sebesar 2700,978  $\text{m}^2/\text{g}$  yang dapat digunakan sebagai adsorben untuk mengurangi kandungan logam Cd, dengan penurunan sebesar 64,67 %.

Penelitian ini menggunakan cangkang telur yang diaktivasi secara fisika menggunakan suhu 600 °C yang kemudian digunakan untuk mengadsorpsi kandungan logam Cu pada air limbah.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis perbedaan kadar Cu limbah cair antara yang tidak diberi serbuk cangkang telur ayam potong dan yang diberi serbuk cangkang telur ayam potong, dengan konsentrasi 20 g/l, 25 g/l, dan 30 g/l, dengan lama waktu kontak 90 menit.

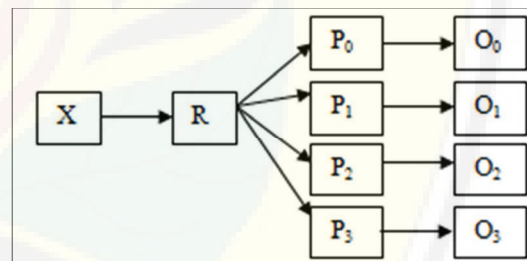
## METODA

Penelitian ini adalah *true experiment* dengan *post-test only control group design*<sup>5)</sup>. Tempat pengambilan limbah cair Cu adalah di industri elektroplating "X" di

Kabupaten Jember, sementara tempat pembuatan serbuk cangkang telur ayam potong dan pengontakan limbah cair dengan adsorben dilakukan di CDAST dan Laboratorium Biologi Farmasi Universitas Jember, dan uji laboratorium dilakukan di Laboratorium Kesehatan Daerah Jember.

Kelompok sampel pada penelitian ini terdiri dari: kelompok kontrol ( $P_0$ ), serta kelompok yang diberi perlakuan penambahan serbuk cangkang telur ayam potong 20 g/l ( $P_1$ ), serbuk cangkang telur ayam potong 25 g/l ( $P_2$ ), dan serbuk cangkang telur ayam potong 30 g/l ( $P_3$ ), yang sebelumnya telah dilakukan aktivasi termal dengan suhu 600 °C selama 2 jam dan lolos ayakan 60 mesh. Total jumlah air limbah yang digunakan sebagai sampel adalah 24 liter dengan masing-masing sampel sebanyak 1 liter. Teknik pengambilan air limbah dilakukan secara random pada tempat pembilasan bahan dari proses pelapisan tembaga.

Gambar 1.  
Rancangan penelitian



Keterangan :  
 X : Populasi  
 O : Observasi  
 R : Random  
 P<sub>0</sub>: Kelompok tanpa perlakuan  
 P<sub>1</sub>: Kelompok perlakuan dengan serbuk cangkang telur 20 gr/l  
 P<sub>2</sub>: Kelompok perlakuan dengan serbuk cangkang telur 25 gr/l  
 P<sub>3</sub>: Kelompok perlakuan dengan serbuk cangkang telur 30 gr/l

Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi: botol air mineral, desikator, gelas ukur, neraca analitik, corong *buchner*, ayakan berukuran 60 *mesh*, alu, jerigen, *furnace*, dan AAS (*atomic absorption spectrophotometer*) serta kertas saring whatman 40 dengan ukuran pori  $\theta$  0,42  $\mu\text{m}$ . Adapun bahan yang digunakan adalah serbuk cangkang telur ayam potong dan limbah cair industri elektroplating yang mengandung Cu.

Data dianalisis menggunakan *one way anova* setelah dengan uji *kolmogoro-*

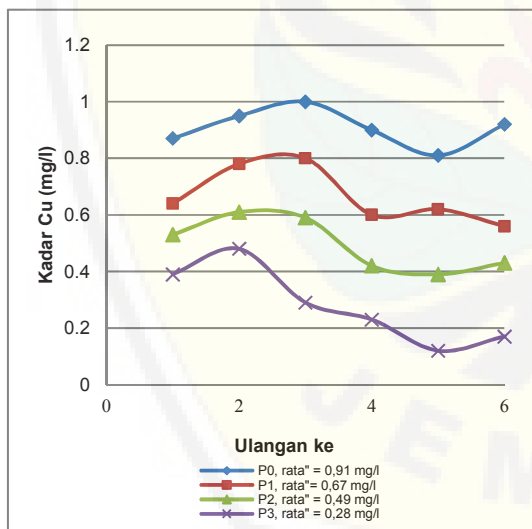
rov-smirnov, diketahui bahwa data memenuhi asumsi distribusi normal. Untuk mengetahui perbedaan rata-rata penurunan kadar Cu pada tiap kelompok perlakuan, digunakan uji *post hoc*.

**HASIL**

**Perbedaan Penurunan Kadar Cu antara Kelompok Kontrol dengan Kelompok Perlakuan (P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, dan P<sub>3</sub>)**

Berdasarkan hasil pemeriksaan laboratorium, rerata kadar Cu pada kelompok tanpa penambahan serbuk cangkang telur ayam potong diketahui sebesar 0,91 mg/l. Adapun rerata kadar Cu pada kelompok perlakuan dengan penambahan serbuk cangkang telur ayam potong 20 g/l, 25 g/l dan 30 g/l, berturut-turut adalah sebesar 0,67 mg/l, 0,49 mg/l dan 0,28 mg/l. Hasil pemeriksaan laboratorium tersebut, lebih lengkapnya dapat dilihat pada Grafik 1.

**Grafik 1.**  
Kadar Cu kelompok P<sub>0</sub>, P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> dan P<sub>3</sub>



Berdasarkan Grafik 1 dapat diketahui bahwa penambahan serbuk cangkang telur ayam potong dapat membantu dalam menurunkan kadar Cu pada air limbah industri elektroplating.

Hal ini terbukti dengan turunnya kadar Cu pada kelompok perlakuan tanpa penambahan massa serbuk cangkang telur ayam potong dibandingkan dengan kadar Cu pada kelompok kontrol. Penurunan kadar Cu pada setiap kelompok

perlakuan berbeda-beda sesuai jumlah massa serbuk cangkang telur ayam potong yang diberikan.

Penurunan kadar Cu tertinggi terjadi pada kelompok P<sub>3</sub> dengan kemampuan penurunan sebesar 69,23 %, sedangkan penurunan kadar Cu terendah terjadi pada kelompok P<sub>1</sub> dengan kemampuan penurunan sebesar 26,37 %. Adapun data penurunan kadar Cu lebih lengkap, dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.**  
Persentase penurunan kadar Cu pada kelompok perlakuan

Kelompok perlakuan	Persentase penurunan kadar Cu (%)
P <sub>1</sub>	26,37
P <sub>2</sub>	46,15
P <sub>3</sub>	69,23

Analisis data dengan menggunakan *one way Anova* menghasilkan nilai p lebih kecil dari 0,05; sehingga secara statistik dapat diartikan bahwa terdapat perbedaan penurunan kadar Cu antara kelompok kontrol, P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, dan P<sub>3</sub>.

Selanjutnya, hasil uji *post hoc* sebagaimana ditunjukkan oleh Tabel 2, memperkuat hal tersebut bahwa penurunan kadar Cu pada kelompok P<sub>0</sub> secara signifikan berbeda dengan penurunan pada kelompok P<sub>1</sub>, kelompok P<sub>2</sub>, dan kelompok P<sub>3</sub>.

**Tabel 2.**  
Hasil uji *post hoc*

Kelompok perlakuan	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>
P <sub>0</sub>	-	0,003	<0,001	<0,001
P <sub>1</sub>	-	-	0,039	<0,001
P <sub>2</sub>	-	-	-	0,008
P <sub>3</sub>	-	-	-	-

**PEMBAHASAN**

Hasil pengukuran kadar Cu pada limbah cair elektroplating adalah sebesar 0,91 mg/l, atau lebih besar dari 0,6 mg/l yang merupakan baku mutu air limbah

menurut Peraturan Gubernur Provinsi Jawa Timur No 72 Tahun 2013. Untuk itu, perlu dilakukan pengolahan terhadap limbah cair elektroplating tersebut sebelum dibuang ke lingkungan. Penurunan kadar Cu dapat dilakukan dengan menggunakan bahan adsorben seperti limbah cangkang telur ayam potong.

Berdasarkan hasil pengukuran kadar Cu menggunakan alat *atomic absorption spectrophotometer* (AAS), diketahui bahwa penurunan terbesar kadar Cu terjadi pada pengontakan serbuk cangkang telur ayam potong sebesar 30 gr/l, yaitu 69,23 %.

Kemampuan penurunan kadar Cu berkaitan dengan beberapa faktor, antara lain yaitu: bentuk media adsorben, massa adsorben, waktu pengontakan, kemampuan adsorben dalam menyerap dan mengikat logam berat, dan jenis adsorpsi<sup>6)</sup>.

#### **Pengaruh Bentuk Media Adsorben**

Bentuk media adsorben dalam penelitian ini adalah serbuk. Media serbuk memiliki ukuran yang lebih kecil daripada bentuk padatan. Zat padat akan lebih cepat bereaksi apabila permukaannya diperluas dengan mengubahnya menjadi ukuran kecil, sehingga luas permukaan antara bidang tumbukan dengan zat pe-reaksi akan semakin besar<sup>7)</sup>.

Cangkang telur ayam potong dalam penelitian ini dirubah bentuknya menjadi serbuk cangkang telur ayam potong dengan lolos ayakan ukuran 60 *mesh* dan tidak menggunakan ukuran *mesh* yang lebih besar dikarenakan keterbatasan alat. Ukuran 60 *mesh* ini termasuk ukuran kecil yang menyebabkan jumlah pori yang diberikan semakin banyak, dan kontak yang terjadi semakin besar, sehingga efisiensi adsorpsi yang diperoleh juga akan semakin besar. Media adsorben berbentuk serbuk mengakibatkan adsorpsi  $\text{CaCO}_3$  terhadap logam Cu akan semakin cepat dan lebih banyak dibanding bentuk padatan.

#### **Pengaruh Massa Adsorben**

Semakin tinggi massa adsorben yang digunakan maka daya adsorpsi logam semakin tinggi<sup>8)</sup>. Semakin banyak

massa adsorben maka semakin tinggi daya penyerapannya. Hal ini dikarenakan kemampuan adsorben untuk menyerap ion logam meningkat dengan semakin banyaknya massa adsorben yang digunakan karena banyak terdapat ruang kosong pada permukaan adsorben, yaitu masih tersedianya gugus aktif karboksil, sulfat dan amina dari protein asam mukopolisakarida dalam cangkang telur ayam potong untuk berikatan dengan ion logam.

#### **Pengaruh Waktu Pengontakan**

Waktu kontak merupakan waktu yang diberikan serbuk cangkang telur ayam potong untuk mengadsorpsi Cu. Semakin lama waktu pengontakan antara adsorben dan adsorbat, maka akan semakin banyak juga ion yang dapat diserap<sup>9)</sup>. Lamanya waktu kontak yang diberikan dapat menyebabkan difusi dan penempelan molekul zat terlarut yang teradsorpsi berlangsung lebih banyak<sup>10)</sup>.

Penelitian ini tidak memvariasikan waktu kontak, melainkan hanya memvariasikan massa serbuk cangkang telur ayam potong saja. Waktu kontak serbuk cangkang telur ayam potong dengan Cu selama 90 menit diperoleh dari penelitian Hapsari<sup>18)</sup>. Hasil yang didapat adalah diketahui bahwa seluruh kelompok perlakuan limbah cair industri elektroplating, dengan menggunakan waktu kontak selama 90 menit, menunjukkan penurunan kadar Cu<sup>11)</sup>.

#### **Pengaruh Kemampuan Adsorben**

Penelitian ini menggunakan serbuk cangkang telur ayam potong sebagai adsorben Cu. Cangkang telur ayam potong dipilih sebagai adsorben karena mengandung kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) yang tinggi yaitu sebesar 98,41 % dan protein asam mukopolisakarida.

Gugus fungsi terpenting dari protein asam mukopolisakarida adalah karboksil, amina dan sulfat yang dapat mengikat ion logam berat untuk membentuk ikatan ion.  $\text{CaCO}_3$  merupakan bahan yang dapat berperan dalam penghilangan senyawa toksik seperti limbah logam berat. Hal ini dikarenakan  $\text{CaCO}_3$  mempunyai pori-pori yang memiliki kemam-

puan mengadsorpsi zat-zat lain ke dalam pori-pori permukaannya, sehingga mampu untuk mengurangi kandungan logam ion Cu dalam air limbah karena CaO yang dihasilkan dari senyawa  $\text{CaCO}_3$  merupakan komponen pengaktif untuk pengadsorpsi senyawa logam<sup>12)</sup>.

Adsorben yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk cangkang telur ayam yang diaktivasi pada suhu  $600\text{ }^\circ\text{C}$  karena dengan suhu tersebut dapat menambah daya jerap atau adsorpsi. Menurut Napitapulu dalam Fitriyana<sup>14)</sup>, aktivasi fisika secara termal dapat memperbesar pori-pori adsorben dengan memecahkan ikatan kimia atau mengoksidasi molekul permukaan sehingga luas permukaan bertambah besar.

Bila adsorben memiliki luas permukaan besar maka akan memberikan bidang kontak yang lebih besar antara adsorben dan adsorbatnya sehingga adsorbat dapat terserap lebih banyak ke dalam pori-pori adsorben. Luas permukaan yang meningkat terjadi karena abu dan pengotor lainnya yang terdapat dalam adsorben terlepas pada saat proses pemanasan dan aktivasi. Lepasnya pengotor ini dapat membuka pori dari adsorben tersebut.

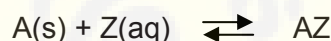
Serbuk cangkang telur ayam potong yang digunakan dalam penelitian ini merupakan serbuk yang telah mengalami aktivasi fisika secara termal dengan suhu  $600\text{ }^\circ\text{C}$ . Menurut Rivera dkk dalam Irwanto<sup>13)</sup>, pemanasan cangkang telur pada suhu di atas  $600\text{ }^\circ\text{C}$  selama 2 jam akan menghilangkan residu magnesium karbonat, protein dan pengotor-pengotor lainnya<sup>13)</sup>.

Aktivasi fisika secara termal dapat memperbesar pori dengan memecah ikatan kimia atau mengoksidasi molekul permukaan sehingga luas permukaan bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi<sup>14)</sup>. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Jasinda<sup>4)</sup> cangkang telur non aktivasi memiliki luas permukaan yang lebih kecil jika dibandingkan dengan cangkang telur yang telah mengalami aktivasi. Luas permukaan cangkang telur non aktivasi yaitu sebesar  $12,9553\text{ m}^2/\text{g}$  sedangkan yang diaktivasi secara fisika pada suhu  $600\text{ }^\circ\text{C}$

adalah sebesar  $2700,978\text{ m}^2/\text{g}$ . Aktivasi fisika secara termal adalah aktivasi yang paling baik untuk aktivasi serbuk cangkang telur ayam.

### Pengaruh Jenis Adsorpsi

Pada penelitian ini adsorpsi fisika dapat digambarkan melalui isoterm Freundlich. Menurut Krisnawati dkk<sup>9)</sup>, isoterm Freundlich menggambarkan jenis adsorpsi yang terjadi pada beberapa lapis dan ikatannya tidak kuat. Isoterm Freundlich dianggap sesuai untuk menggambarkan adsorpsi yang terjadi pada beberapa penelitian menurut hasil R dari persamaan tersebut. Peristiwa adsorpsi fisika terjadi karena adanya gaya tarik menarik yang disebut dengan gaya *Van Der Waals*. Gaya tarik menarik yang terjadi disebabkan oleh ketidak-seimbangan gaya. Kesetimbangan adsorpsi sendiri dapat dituliskan sebagai berikut:



A : molekul adsorbat

Z : molekul adsorben

AZ : kompleks adsorben dan adsorbat

Molekul adsorbat pada penelitian ini adalah logam berat Cu dan molekul adsorben adalah serbuk cangkang telur ayam potong, sehingga kompleks adsorben dan adsorbat yang terbentuk adalah kompleks serbuk cangkang telur ayam potong dan Cu.

Pada kesetimbangan tersebut, penambahan adsorben menyebabkan kesetimbangan bergeser ke kanan, yaitu ke arah kompleks yang terbentuk. Hal tersebut menunjukkan bahwa terjadi penambahan jumlah adsorben yang teradsorpsi oleh adsorbat<sup>15)</sup>.

Pada penelitian ini, cangkang telur ayam potong mempunyai kemampuan mengadsorpsi ion logam yang tinggi karena pada dinding biomassa-nya terdapat gugus aktif yang dapat mengikat ion logam berat untuk membentuk ikatan ion. Proses aktivasi biomassa dilakukan bertujuan untuk menghilangkan pengotor yang terdapat pada cangkang telur ayam potong seperti protein dan lemak.

Ditinjau dari konsep *hard soft acid base* (HSAB) yang dikemukakan oleh

Pearson <sup>16)</sup>, secara teoritis asam keras akan berinteraksi relatif kuat dengan basa keras sedangkan asam lunak akan berinteraksi relatif kuat dengan basa lunak. Dari urutan keasaman dan kebasannya, kation  $\text{Cu}^{2+}$  bersifat asam madya. Adanya gugus fungsi hidroksil dan sulfat pada permukaan biomassa yang bersifat sebagai basa keras, menyebabkan interaksi yang lebih kuat terhadap ion  $\text{Cu}^{2+}$ .

Tingkat penurunan terkecil terjadi pada kelompok P<sub>1</sub> yaitu dengan penambahan serbuk cangkang telur ayam potong sebesar 20 g/l, yakni sebesar 26,37 %. Semakin banyak serbuk yang ditambahkan dan aktivasi termal dilakukan, maka semakin luas permukaan adsorben sehingga meningkatkan kadar logam yang teradsorpsi.

Salah satu keuntungan menggunakan serbuk cangkang telur ayam potong sebagai adsorben adalah mudah untuk diregenerasi. Menurut Jasinda <sup>4)</sup>, regenerasi dapat dilakukan melalui desorpsi, sehingga logam-logam yang telah disisihkan dapat dikumpulkan kembali (*recovery*) dan adsorbennya dapat digunakan kembali (*reuse*). Desorpsi dapat dilakukan dengan mengontakkan adsorben yang telah digunakan dengan larutan yang dikenal sebagai agen desorpsi berupa asam, basa, dan netral <sup>17)</sup>.

Pada proses desorpsi, volume agen desorpsi logam berat ditentukan berdasarkan perbandingan berat adsorben terhadap volume agen desorpsi yaitu 1 berbanding 200. Agen desorpsi dimasukkan ke dalam *becker glass* berisi adsorben yang telah digunakan pada adsorpsi logam berat dan diaduk dengan kecepatan 100 rpm selama 60 menit.

## KESIMPULAN

Rerata kadar Cu pada kelompok kontrol, serta kelompok P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> dan P<sub>3</sub>, berturut-turut adalah sebesar 0,91 mg/l; 0,67 mg/l; 0,49 mg/l; dan 0,28 mg/l. Penurunan kadar Cu pada kelompok perlakuan penambahan serbuk cangkang telur ayam potong sebesar 20 gr/l (P<sub>1</sub>), 25 gr/l (P<sub>2</sub>), dan 30 gr/l (P<sub>3</sub>), secara berturut-turut yaitu 26,37 %, 46,15 % dan 69,23 %. Terdapat perbedaan kadar Cu

yang signifikan antara kelompok kontrol dan kelompok-kelompok perlakuan (nilai  $p < 0,001$ ).

## SARAN

Perlu pengembangan penelitian lebih lanjut, yaitu dengan cara mengontrol variabel-variabel lain, seperti: konsentrasi adsorbat, tegangan permukaan, dan waktu pengadukan sehingga diperoleh kondisi adsorpsi yang optimum terhadap logam berat dan dapat diaplikasikan di industri yang dalam kegiatannya menghasilkan limbah cair yang mengandung logam berat.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, 2016. *Komoditas Pertanian Subsektor Peternakan* (<http://epublikasi.setjen.pertanian.go.id/epublikasi/outlook/2016/Peternakan/OUTLOOK%20TELUR%202016/files/assets/common/downloads/OUTLOOK%20TELUR%202016.pdf>, diakses pada 24 September 2017).
2. Asip, F., Mardhiah, R., dan Husna, 2008. Uji efektivitas cangkang telur dalam mengadsorpsi ion Fe dengan proses Batch, *Jurnal Teknik Kimia*, 15 (2), Universitas Sriwijaya, Palembang.
3. Salman, D. D., Ulaiwi, W. S., Tariq, N. M., 2012. Determination the optimal conditions of methylene blue adsorption by the chicken egg shell membrane, *International Journal of Poultry Science*, 391-396.
4. Jasinda, 2013. Penjerapan logam kadmium ( $\text{Cd}^{2+}$ ) dengan adsorben cangkang telur bebek yang telah diaktivasi, *Jurnal Teknik Kimia*, 2 (3), Universitas Sumatera Utara.
5. Notoatmojo, S., 2005. Metodologi Penelitian Kesehatan, PT. Rineka Cipta, Jakarta.
6. Ngandayani, D., 2011. *Pengaruh Konsentrasi Adsorbat, Temperatur, dan Tegangan Permukaan pada Proses Adsorpsi Gliserol oleh Karbon Aktif*, Skripsi, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.



7. Solikah, S. & Utami, B., 2014. Perbedaan Penggunaan Adsorben dari Zeolit Alam Teraktivasi dan Zeolit Terimmobilisasi Dithizon untuk Penyerapan ion logam berat ( $\text{Cu}^{2+}$ ). Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia VI, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
8. Hajar, E., Sitorus, R., Mulianingtias, N., Welan, F. 2016. Efektivitas adsorpsi logam  $\text{Pb}^{2+}$  dan  $\text{Cd}^{2+}$  menggunakan media adsorben cangkang telur ayam, *Jurnal*, 5 (1), Universitas Lampung.
9. Krisnawati, Jasinda., Iriany, 2013. Penjerapan logam kadmium ( $\text{Cd}^{2+}$ ) dengan adsorben cangkang telur bebek yang telah diaktivasi, *Jurnal Teknik USU*, 2 (3), Universitas Sumatera Utara.
10. Hasrianti, 2013. Adsorpsi ion  $\text{Cd}^{2+}$  pada limbah cair menggunakan kulit singkong, *Jurnal*, 04 (2), 59-76. Jurusan Kimia Universitas Cokroaminoto Palopo.
11. Hapsari, A. 2016. Penurunan Kadar Ion Tembaga dalam Air Menggunakan Serbuk Cangkang Darah (*Anadara granosa*). Skripsi, Jurusan Analisis Kesehatan Universitas Muhammadiyah Semarang.
12. Anugrah, S. A., dan Iriany. 2015. Pemanfaatan limbah cangkang kerang bulu sebagai adsorben untuk menyerap logam kadmium (II) dan timbal (II), *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4 (3): hal.40-45, Universitas Sumatera Utara.
13. Irwanto, 2014. Studi Pemanfaatan Kalsium Karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) dari Serbuk Cangkang Telur sebagai Adsorben terhadap Ion Raksa ( $\text{Hg}^{2+}$ ), Skripsi, Universitas Sumatera Utara.
14. Fitriyana., Safitri, E. 2015. Pemanfaatan cangkang telur ayam sebagai adsorben untuk meningkatkan kualitas minyak jelantah, *Jurnal*, 4 (1), Universitas Lampung.
15. Mufrodi, 2008. Adsorpsi zat warna tekstil dengan menggunakan abu terbang (*fly ash*) untuk variasi massa adsorben dan suhu operasi, *Jurnal Teknik Kimia*, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta.
16. Huheey, E. dan Poole, E. A., 1993. Inorganic Chemistry; Principle of Structure and Reactivity, Fourth Edition, Heper Collins College Publisher. California.
17. Shinta Indah, Rohaniah. 2014. Studi Regenerasi Adsorben Kulit Jagung (*Zea mays L.*) untuk Menyisihkan Logam Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dari Air Tanah, Skripsi, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang.
18. Hapsari, A., 2016. *Penurunan Kadar Ion Tembaga ( $\text{Cu}^{2+}$ ) dalam Air Menggunakan Serbuk Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*)*, Skripsi, Jurusan Analisis Kesehatan, Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Semarang.