

**EFEKTIVITAS PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG KERANG DARA  
(ANADARA GRANOSA) SEBAGAI MEDIA ADSORBEN LOGAM Cu (II)  
DALAM AIR**

**EFFECTIVENESS OF BLOOD COCKLES (ANADARA GRANOSA) POWDER  
TO ADSORB Cu (II) IONS IN WATER**

**Aszahra Aida Khan**

**12 513 032**

*Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan*

*Universitas Islam Indonesia*

[aszahraakhan@gmail.com](mailto:aszahraakhan@gmail.com)

**ABSTRAK**

*Proses kegiatan industri tidak menutup kemungkinan adanya hasil samping yaitu berupa limbah yang mengandung logam berat, salah satunya tembaga (Cu). Adsorpsi adalah salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk menyerap logam berat dimana adsorben yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkang kerang Dara (Anadara Granosa) untuk menyerap ion Cu (II) dalam air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan cangkang kerang Dara (Anadara Granosa) untuk mengurangi kadar konsentrasi ion Cu (II) dalam air. Penelitian ini dilakukan dengan metode batch dengan variasi massa, pH, waktu kontak, konsentrasi, dan enkapsulasi. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa bagaimana kondisi optimum untuk adsorpsi Cu (II) adalah pada massa 50 mg, pH 7, dan waktu kontak 120 menit. Adsorben dari cangkang kerang Dara (Anadara Granosa) sebelum dan setelah aktivasi pada suhu 800°C memiliki kapasitas adsorpsi masing-masing sebesar 142,9 mg/g dan 200 mg/g. Adsorben cangkang kerang Dara (Anadara Granosa) mengikuti isotherm adsorpsi Langmuir dan Freundlich.*

*Kata kunci : Adsorpsi, Cangkang Kerang Dara, Tembaga (Cu), Langmuir*

## ABSTRACT

*The process of industrial activity did not cover the possibility of wastewater containing heavy metals, including copper (Cu). Adsorption is a technology that can be used to absorb heavy metals where adsorbent that be used in this research was blood cockles (Anadara Granosa) to absorb ion Cu (II) in the water. This research aims to know the ability of blood cockles (Anadara Granosa) in order to reduce the content of concentration of Cu (II) ions in water. This research was conducted with the batch method with variation mass, pH, contact time, concentration, and encapsulation. The results of this research show that the optimum conditions for how the adsorption of Cu (II) is in a mass of 50 mg, pH 7, and 120 minutes of contact time. Adsorbent of blood cockles (Anadara Granosa) before and after activation at temperature of 800°C adsorption capacity respectively of 142.9 mg/g and 200 mg/g. Adsorbent blood cockles (Anadara Granosa) follow the Langmuir and Freundlich adsorption isotherm.*

*Key words: Adsorption, Copper (Cu), Dara shells, Langmuir*

## PENDAHULUAN

Maraknya pencemaran badan air sungai yang ada di Indonesia, khususnya di Daerah Istimewa Yogyakarta karena pembuangan air limbah ke sungai tanpa adanya pengelolaan dasar yang dilakukan. Pencemaran air limbah ke sungai menyebabkan banyak dampak negatif, baik dalam segi lingkungan maupun kesehatan masyarakat. Pada kegiatan industri, tidak menutup kemungkinan adanya hasil samping dari proses kegiatan berupa limbah yang mengandung logam berat seperti, timbal (Pb), kadmium (Cd), tembaga (Cu), krom (Cr), dan masih banyak lagi yang mengandung berbagai macam logam berat yang dapat merusak lingkungan karena keberadaannya yang terus meningkat tanpa adanya penanggulangan. Selain kepada lingkungan, dampak negatif yang ditimbulkan akibat meningkatnya konsentrasi logam berat pada air adalah kesehatan masyarakat.

Tembaga (Cu) merupakan salah satu logam berat yang dijumpai pada limbah industri. Beberapa industri yang menghasilkan limbah yang terdapat kandungan tembaga (Cu) di dalamnya salah satunya yaitu industri perak. Kotagede merupakan salah satu industri perak terbesar di Yogyakarta. Menurut Giyatmi, dkk (2008) logam Cu yang dihasilkan oleh limbah perak di Kotagede sebesar 11,457 mg/g. Kadar tembaga (Cu) yang terlalu tinggi dapat merusak lingkungan maupun kesehatan. Pada lingkungan, tembaga (Cu) dapat mengganggu aktivitas dalam tanah karena berpengaruh negatif pada mikroorganisme dan cacing tanah. Pada kesehatan masyarakat, mengkonsumsi makanan atau minuman yang mengandung tembaga (Cu) dengan konsentrasi tinggi dapat menyebabkan kerusakan hati, ginjal, dan bahkan kematian.

Dari banyaknya cara untuk mengolah limbah industri, dapat dilakukan pengolahan adsorpsi. Adsorpsi sendiri adalah peristiwa penyerapan suatu zat pada permukaan zat lain. Zat yang diserap disebut adsorbat, sedangkan zat yang menyerap disebut adsorben (Reynolds, 1982). Banyak

media yang bisa dijadikan adsorben. Yang paling banyak digunakan adalah arang aktif, atau lebih dikenal dengan nama karbon aktif (Benefield, 1982).

Menurut Direktorat Jendral Perikanan Tangkap Indonesia (2012) kelimpahan kerang darah (*Anadara Granosa*) di Indonesia yaitu sebesar 48,994 ton. Sebagian besar kegunaan kerang darah (*Anadara Granosa*) adalah diolah sebagai makanan, sehingga cangkang kerang darah (*Anadara Granosa*) yang merupakan bahan sisa produksi makanan dapat menimbulkan limbah yang cukup banyak. Selain itu, pemanfaatan cangkang kerang darah (*Anadara Granosa*) masih sedikit seperti bahan baku souvenir dan pembuatan kapur sirih. Menurut penelitian yang dilakukan No, dkk. (2003), menyatakan bahwa senyawa kimia yang terkandung dalam cangkang kerang adalah kitin, kalsium karbonat, kalsium hidrosiapatit, dan kalsium posfat. Sebagian besar cangkang mengandung kitin yang merupakan suatu polisakarida alami yang memiliki banyak kegunaan, salah satunya adalah sebagai adsorben. Selain kitin, kalsium karbonat yang secara fisik mempunyai pori-pori yang memungkinkan memiliki kemampuan mengadsorpsi atau menjerap zat-zat lain ke dalam pori-pori permukaannya.

Penelitian terdahulu mengenai pemanfaatan kerang darah sebagai adsorben untuk menyerap ion timah putih memberikan hasil yang cukup baik, yaitu sebesar 53,113 % pada konsentrasi 30 ppm/jam (Afranita, dkk, 2012). Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian sebelumnya, dimana cangkang kerang darah akan diaktivasi dengan proses fisika, yaitu dipanaskan pada suhu 500°C dan 800°C dan dengan metode enkapsulasi menggunakan agar yang bertujuan untuk membungkus adsorben agar tidak tercecer dan mempermudah dalam melakukan penyaringan. Logam berat yang akan diserap yaitu Cu (Tembaga) dalam air.

## **METODE PENELITIAN**

Pada penelitian ini, diawali dengan mempersiapkan bahan adsorben cangkang kerang dara (*Anadara Granosa*) yang digrinding menggunakan RoadMill yang kemudian diayak menggunakan ayakan 150 mesh. Lalu serbuk cangkang kerang diaktivasi secara fisika yaitu menggunakan *furnace* dengan suhu 500°C dan 800°C. Kemudian membuat larutan induk Cu (II) sintesis 1000 mg/l yang kemudian diencerkan sesuai dengan konsnetrasi yang diinginkan.

Penelitian ini menggunakan metode batch dengan variasi massa, pH, waktu kontak, dan konsentrasi. Sebelum pada variasi massa, terlebih dahulu dilakukan uji temperatur dengan 50 mg massa adsorben tanpa aktivasi maupun yang teraktivasi 500°C dan 800°C dengan masing-masing konsentrasi larutan Cu (II) sebesar 10 mg/l dengan pH 6 yang diaduk menggunakan orbital shaker dengan kecepatan 150 rpm selama 120 menit. Kemudian dilakukan uji AAS. Setelah pengujian temperatur, dilakukan pengujian massa dengan variasi massa 50 mg, 100 mg, 200 mg, 300 mg, dan 400 mg adsorben tanpa aktivasi dan terativasi dengan temperatur optimum dengan kondisi yang sama yaitu pada pH 6 dan diaduk dengankecepatan 150 rpm selama 120 menit. Konsnetrasi pada variasi massa dirubah menjadi 50 mg/l dikarenakan pada konsentrasi 10 mg/l penyerapan Cu (II) sudah terlalu bagus. Setelah didapat massa optimum, dilakukan pengujian pH dengan variasipH 4, 5, 6, 7, 8, dan 9 dengan massa adsorben masing-masing 50 mg baik adsorben yang tanpa aktivasi maupun yang teraktivasi. Setelah itu, dilakukannya variasi waktu kontak yang bertujuan untuk

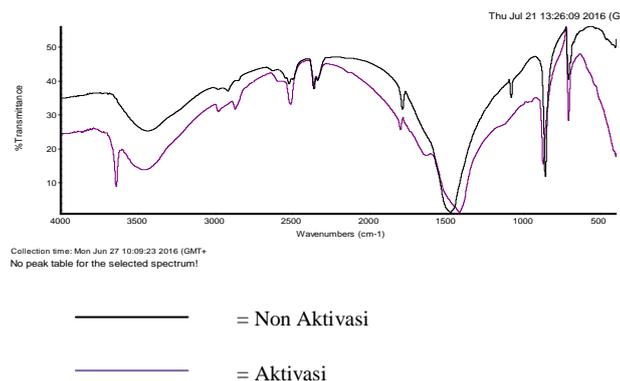
mengetahui seberapa lama waktu optimum yang diperlukan adsorben untuk menyerap Cu (II) dengan baik dengan variasi waktu 15 menit, 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit dengan kondisi yang sama. Pengujian selanjutnya yaitu pengujian konsentrasi dengan variasi 50 mg/l, 100 mg/l, 200 mg/l, 300 mg/l, 400 mg/l, dan 500 mg/l dengan kondisi yang sama pula.

Selain menggunakan bahan mentah adsorben, penelitian ini juga menggunakan metode enkapsulasi. Metode enkapsulasi ini menggunakan agar sebagai media enkapsulasi untuk membungkus adsorben. Pada metode enkapsulasi ini digunakan dua variasi yaitu waktu kontak dan konsentrasi. Pada pengujian waktu kontak dengan variasi waktu 1 jam, 2 jam, 4 jam, 6 jam, 12 jam, dan 24 jam. Pada pengujian konsentrasi dengan variasi konsentrasi yang sama pada variasi konsentrasi pada pengujian sebelumnya yaitu 50 mg/l, 100 mg/l, 200 mg/l, 300 mg/l, 400 mg/l, dan 500 mg/l. pembacaan nilai konsentrasi akhir dilakukan dengan pengujian AAS dan dilanjutkan dengan perhitungan isotherm adsorben yaitu Langmuir dan Freundlich.

Karakterisasi adsorben dilakukan dengan analisis FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) untuk mengetahui gugus-gugus yang terdapat pada adsorben dan analisis SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dan EDS (*Energy Dispersive Spectroscopy*) untuk mengetahui morfologi permukaan yang ada pada adsorben.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan logam Cu (II) sebagai adsorbat dan serbuk cangkang kerang Dara (*Anadara Granosa*) sebagai adsorben. Menggunakan analisis FTIR dan SEM-EDS untuk mengetahui karakterisasi adsorben.

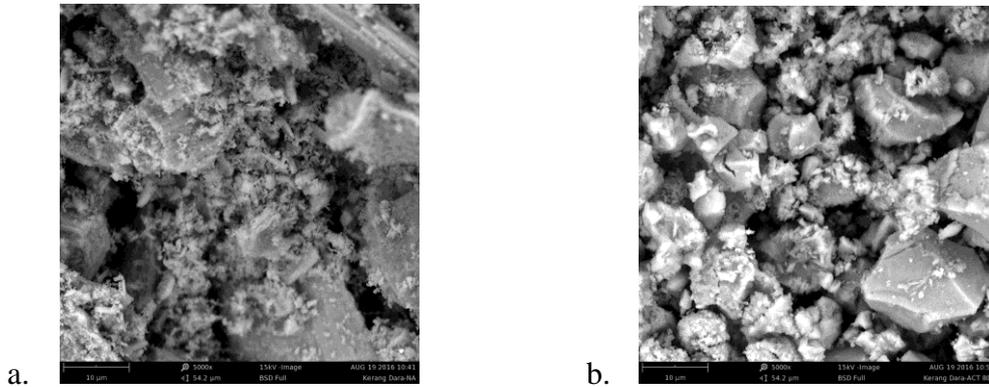


Gambar 1 Hasil FTIR Serbuk Adsorben Cangkang Kerang

Berdasarkan Gambar 1 hasil FTIR pada adsorben cangkang kerang sebelum diaktivasi menunjukkan adanya pita serapan pada bilangan gelombang 3442,00 cm<sup>-1</sup> yang dikategorikan pada gugus amina (-NH<sub>2</sub>) dan gugus C=O pada 1786,92 cm<sup>-1</sup> yang berfungsi sebagai pengikat logam. Terjadi peningkatan kemampuan daya serap pada adsorben setelah diaktivasi pada bilangan gelombang 3465,10 yaitu gugus amina (-NH<sub>2</sub>) dan adanya penambahan gugus baru pada bilangan gelombang 3643,75 yaitu gugus -OH yang berfungsi untuk menarik ion-ion positif. Gugus -OH

yang bermuatan negatif akan menarik ion logam yang bermuatan positif sehingga ion logam tersebut dapat terserap.

Identifikasi morfologi permukaan adsorben cangkang kerang Dara (*Anadara Granosa*) untuk mengetahui bagaimana pori-pori dari adsorben ditunjukkan dengan hasil analisis *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dan untuk mengetahui jenis atom yang ada di permukaan adsorben digunakan analisis *Energy Dispersive Spectroscopy* (EDS). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2 Hasil SEM Serbuk Cangkang Kerang Tanpa Aktivasi (a) dan Teraktivasi (b)

Tabel 1 EDS Adsorben Cangkang Kerang Dara (*Anadara Granosa*)

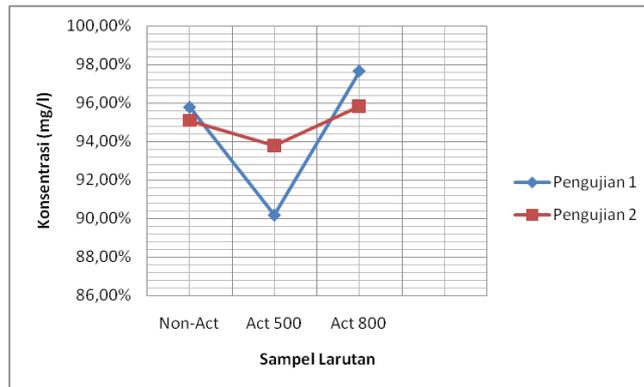
<b>EDS Adsorben Tanpa Aktivasi</b>				
<b>Element Number</b>	<b>Element Symbol</b>	<b>Element Name</b>	<b>Atomic Concentration</b>	<b>Error</b>
20	Ca	Calcium	28,6	0,2
51	Sb	Antimony	3,7	0,1
8	O	Oxygen	67,7	0,2
<b>EDS Adsorben Teraktivasi</b>				
<b>Element Number</b>	<b>Element Symbol</b>	<b>Element Name</b>	<b>Atomic Concentration</b>	<b>Error</b>
20	Ca	Calcium	19,8	0,3
52	Te	Tellurium	0	0,1
8	O	Oxygen	80,2	0,2

Berdasarkan pada hasil di atas dapat dilihat bahwa pada Gambar 2a morfologi permukaan adsorben tanpa aktivasi masih terdapat banyak pengotor sehingga pori-pori adsorben tertutup. Sedangkan pada Gambar 2b pori-pori permukaan adsorben teraktivasi terlihat lebih terbuka dibanding pori-pori adsorben tanpa aktivasi. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi daya serap adsorben adalah luas permukaan. Oleh karena itu jika pori-pori permukaannya tertutupi oleh pengotor, maka ion-ion logam tidak akan dapat terserap dengan baik.

Dapat dilihat pada Tabel 1 bahwa konsentrasi unsur Ca pada adsorben sebelum dan sesudah aktivasi, yaitu masing-masing 28,6% dan 19,8%. Sedangkan pada unsur O pada adsorben sebelum dan sesudah aktivasi, yaitu masing-masing 67,7% dan 80,2%. Dapat disimpulkan bahwa terjadi penurunan konsentrasi pada unsur Ca setelah adsorben diaktivasi dan terjadi peningkatan konsentrasi pada unsur O setelah adsorben diaktivasi.

Penelitian selanjutnya adalah pengujian logam tembaga (Cu) dengan metode *batch*. Metode *batch* dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu variasi suhu, massa, pH, waktu kontak dan variasi konsentrasi.

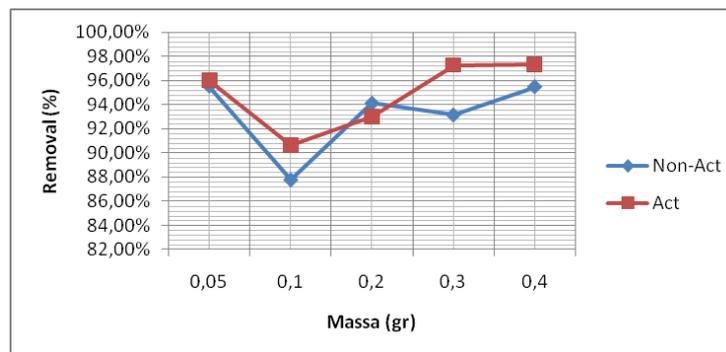
a. Variasi Suhu Optimum



Gambar 3 Hasil Variasi Suhu Adsorben Cangkang Kerang

Terlihat pada Gambar 3 bahwa pengujian yang pertama pada adsorben teraktivasi suhu 800°C menghasilkan persen removal mencapai 97,67% dan pada pengujian kedua menghasilkan persen removal 95,85%. Sedangkan pada serbuk adsorben yang teraktivasi suhu 500°C pada pengujian pertama menghasilkan persen removal 90,18% sedangkan pada pengujian kedua terdapat kenaikan persen removal menjadi 93,79%, meskipun masih berada di bawah adsorben teraktivasi 800°C. Untuk adsorben tanpa aktivasi pada pengujian pertama menghasilkan persen removal sebanyak 95,79% dan pada pengujian kedua mencapai 95,10%. Hal ini dikarenakan pemanasan pada suhu 800°C merupakan proses pengaktifan pori (Nasution dan Iriany, 2015). Maka berdasarkan data tersebut, untuk pengujian variasi selanjutnya digunakan adsorben tanpa aktivasi dan adsorben dengan aktivasi suhu 800°C.

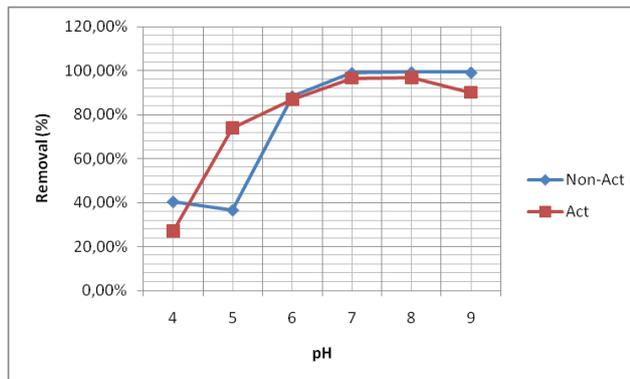
b. Variasi Massa Optimum



Gambar 4 Hasil Variasi Massa Adsorben Cangkang Kerang

Dari keseluruhan data pada pengujian kemampuan adsorpsi terhadap logam  $\text{Cu}^{2+}$  dapat diambil kesimpulan bahwa kemampuan adsorpsi cangkang kerang dara teraktivasi sudah sangat baik dibanding adsorben tanpa aktivasi. Terlihat pada grafik tersebut bahwa dengan massa 0,05 gram adsorben sudah dapat mengadsorpsi sebanyak 96,01%. Akan tetapi untuk memastikan apakah adsorben cangkang kerang teraktivasi memiliki daya serap yang lebih baik dibandingkan adsorben cangkang kerang tanpa aktivasi, maka akan dilanjutkan ke tahap pengujian dengan variasi pH larutan menggunakan massa adsorben sebanyak 0,05 gram.

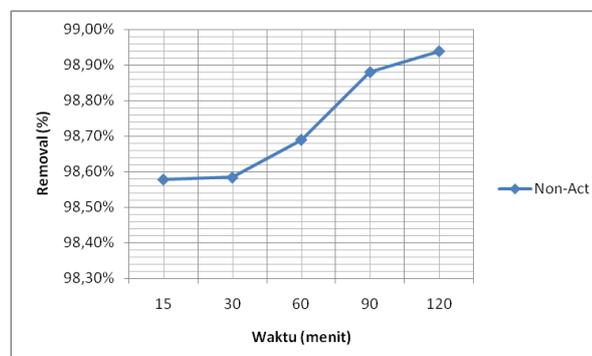
### c. Variasi pH Optimum



Gambar 5 Hasil Variasi pH Adsorben Cangkang kerang

Dari Gambar 5 dapat diketahui bahwa kenaikan persen removal yang terjadi pada adsorben teraktivasi lebih tinggi daripada adsorben tanpa aktivasi. Pada pH 6, 7, dan 8 terjadi kenaikan yang sangat signifikan yakni secara berturut-turut 88,35%; 98,98%; dan 99,36%. Sedangkan pada adsorben teraktivasi yakni pada pH 6 yaitu 87,06%; pada pH 7 yaitu 96,76%; dan pada pH 8 yaitu 96,97%. Hal ini dikarenakan penyerapan ion  $\text{Cu}(\text{II})$  bekerja pada pH 6, 7, dan 8, sedangkan penyerapan ion  $\text{Cu}(\text{II})$  tidak bekerja pada pH asam dikarenakan konsentrasi  $\text{H}^+$  yang terlalu tinggi sehingga gugus fungsi negatif akan bereaksi dengan  $\text{H}^+$  dan menghalangi terikatnya ion  $\text{Cu}(\text{II})$ . Akan tetapi pada pH 9 terjadi penurunan persen removal yaitu 99,21% untuk adsorben tanpa aktivasi dan 90,18% untuk adsorben teraktivasi.

### d. Variasi Waktu Kontak Optimum

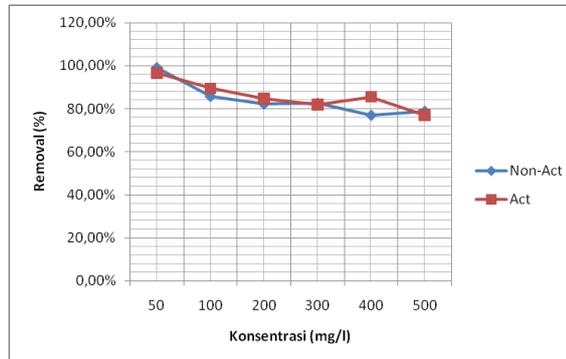


Gambar 6 Hasil Variasi Waktu Kontak Adsorben Cangkang Kerang

Berdasarkan pada Tabel 4.5 data tersebut dapat diketahui bahwa pada waktu kontak selama 120 menit adsorben cangkang kerang tanpa aktivasi dapat menyerap logam  $\text{Cu}^{2+}$  dengan persen removal 98,94%. Dan dapat dilihat pada waktu kontak 15 menit, 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan

120 menit bahwa prosen removal yang didapat adalah melebihi 98% yang berarti ion Cu (II) telah terserap dengan sangat baik. Akan tetapi, pada proses pengujian selanjutnya digunakan waktu kontak selama 120 menit.

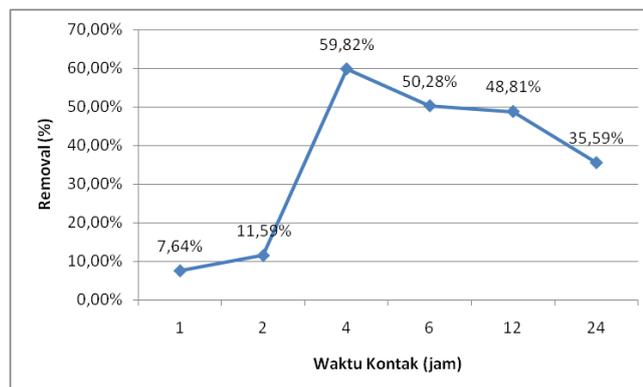
e. Variasi Konsentrasi Optimum



Gambar 7 Hasil Variasi Konsentrasi Adsorben Cangkang Kerang

Bisa dilihat pada grafik bahwa secara keseluruhan grafik variasi konsentrasi dapat dikatakan semakin besarnya konsentrasi suatu logam di dalam larutan, semakin kecil pula daya serap adsorbennya karena semakin tinggi konsentrasi Cu (II) berarti semakin besar pula ion Cu (II) yang bermuatan positif sedangkan semakin tinggi konsentrasi Cu (II) tidak mempengaruhi semakin besarnya nilai OH<sup>-</sup> yang berarti nilai OH<sup>-</sup> hanya akan menyerap ion Cu (II) yang bermuatan positif sesuai kapasitasnya dan mengakibatkan tidak terserapnya Cu (II) dengan baik.

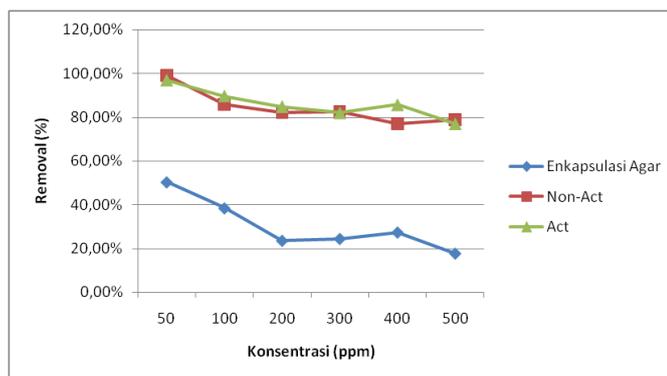
f. Variasi Waktu Kontak dengan Enkapsulasi



Gambar 8 Hasil Variasi Waktu Kontak dengan Enkapsulasi

Pada grafik Gambar 8 dapat dilihat bahwa kemampuan puncak adsorben dengan enkapsulasi terjadi pada waktu kontak 4 jam. Sedangkan pada waktu kontak 6 jam, 12 jam, dan 24 jam terjadi penurunan persen removal.

g. Variasi Konsentrasi Optimum dengan Enkapsulasi



Gambar 9 Hasil Variasi Konsentrasi dengan Enkapsulasi

Berdasarkan grafik Gambar 9 dapat dilihat bahwa prosen removal adsorben dengan enkapsulasi lebih rendah daripada adsorben tanpa enkapsulasi. Prosen removal pada 50 mg/l adsorben dengan enkapsulasi sebesar 50,28%, sedangkan pada adsorben teraktivasi tanpa enkapsulasi sebesar 96,76% dan pada adsorben tanpa aktivasi sebesar 98,98%. Selisih removal yang terjadi sangat jauh yaitu pada range 40%. Maka dibutuhkan waktu kontak yang lebih lama untuk proses enkapsulasi ini agar adsorben dengan enkapsulasi dapat menyerap ion Cu (II) dengan maksimal.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian proses adsorpsi logam Cu (II) oleh adsorben cangkang kerang dara (*Anadara Granosa*) dapat disimpulkan hal-hal berikut :

1. Cangkang Kerang Dara (*Anadara Granosa*) dapat dimanfaatkan sebagai biosorben untuk menyerap ion Cu (II) karena mengandung kalsium dan gugus-gugus fungsional, yaitu  $-OH$ ,  $C=O$ , dan  $NH_2$ .
2. Didapat kondisi optimal pada proses adsorpsi oleh serbuk adsorben cangkang kerang terhadap ion Cu (II) dengan menggunakan limbah Cu (II) sintesis dengan serbuk adsorben teraktivasi suhu  $800^{\circ}C$  dengan massa adsorben sebanyak 50 mg pada pH larutan 7 selama 120 menit pada kecepatan 150 rpm.
3. Berdasarkan perhitungan isotherm Freundlich, adsorben teraktivasi lebih tinggi kemampuan penyerapannya daripada adsorben tanpa aktivasi dengan kapasitas adsorpsi 200 mg/g.
4. Kemampuan daya serap adsorben dengan enkapsulasi lebih rendah dibandingkan adsorben tanpa enkapsulasi yaitu 50,28% pada enkapsulasi, 98,98% pada adsorben tanpa aktivasi, dan 96,76% adsorben teraktivasi suhu  $800^{\circ}C$ .

Dari hasil penelitian adsorpsi ion logam Cu (II) dengan menggunakan adsorben cangkang kerang dara (*Anadara Granosa*), penulis merekomendasikan hal-hal berikut ini :

1. Pada penelitian selanjutnya dapat diuji dengan limbah asli, seperti limbah perak.
2. Diperlukan pengkajian lebih lanjut untuk pemilihan bahan enkapsulasi agar daya serap adsorben meningkat.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Afranita, G. Anita, S. Hanifah, T.A. 2012. **Potensi Abu Cangkang Kerang Darah (Anadara Granosa) sebagai Adsorben Ion Timah Putih**. Kampus Binawidya Pekanbaru.
- Benefield. 1982. **Process Chemistry for Water and Waste Water Treatment**. Prentice Hall Inc. New Jersey.
- Giyatmi, dkk. 2008. **Penurunan Kadar Cu, Cr, dan Ag dalam Limbah Cair Industri Perak di Kotagede Setelah Diadsorpsi dengan Tanah Liat dari Daerah Godean**. Yogyakarta.
- Nasution, J. H. Iriany. 2015. **Pembuatan Adsorben dari Cangkang Kerang Bulu yang Diaktivasi secara Termal sebagai Pengadsorpsi Fenol**. Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.
- Reynolds, J.E.F. 1982. **Martindale The Extra Pharmacopoeia**. Ed 28. London: The Pharmaceutical Press. Halaman 234, 257