

# **PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG KERANG DARAH (*Anadara Granosa*) SEBAGAI ADSORBEN PENYERAP LOGAM CHROMIUM (Cr)**

## **UTILIZATION OF BLOOD SHELLS AS ADSORBENT FOR ADSORB METAL CHROMIUM (Cr)**

---

Dwi Sephtiani  
Program Studi Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia  
Gedung M. Natsir (FTSP) Jl. Kaliurang KM 14,5 Yogyakarta  
Email : dwisnursalim@gmail.com

**Abstrak:** *Kontaminasi Logam Chromium dalam air terutama air limbah yang berasal dari proses industri memiliki potensi yang sangat membahayakan bagi lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektifitas adsorben cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) yang berperan dalam proses adsorpsi logam Cr untuk pengolahan air dan air limbah. Adsorben cangkang kerang darah dibagi menjadi 3 perlakuan yaitu tanpa aktivasi (adsorben murni), dan adsorben yang teraktivasi pada suhu 500°C dan 800°C. Adsorben dikarakterisasi menggunakan FTIR untuk mengetahui gugus fungsi, serta SEM untuk mengetahui bentuk morfologi dari adsorben. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode batch dengan variasi meliputi variasi massa adsorben, variasi pH, variasi waktu kontak, dan variasi konsentrasi logam Cr. Pada penelitian ini adsorben cangkang kerang darah memiliki kapasitas penyerapan sebesar 37,88 mg/g pada konsentrasi 10 mg/l dengan pH larutan 4 pada massa adsorben tanpa aktivasi 100 mg dan kapasitas penyerapan sebesar 23,76 mg/g dengan massa adsorben 100 mg teraktivasi 500°C, konsentrasi larutan 10 mg/l dan pH larutan 4. Pada tahap enkapsulasi dengan adsorben tanpa aktivasi, kapasitas penyerapan sebesar 16,18 mg/g. Model Isotherm yang cocok untuk pengujian ini yaitu Model isotherm langmuir.*

**Kata Kunci:** *Adsorpsi, Cangkang Kerang Darah, Chromium, Metode Batch*

**Abstract :** *Chromium metal contamination in water, especially waste water from industrial processes have the potential hazard to the environment. This research aim to examine the effectiveness of adsorbent shells blood (*Anadara granosa*) in the process of adsorption of metal Cr for water treatment and waste water. Adsorbent shells blood is divided into 3 steps treatment without activation (pure adsorbent), and adsorben activated at a temperature of 500°C and 800°C. Adsorbent is characterized using FTIR to know functional groups and SEM to find out the shape of the morphology of the adsorbent. The research was carried out using batch method with variations include variations in the mass of the adsorbent, pH variations, variations in the time of contact, and variations of the concentration of metal Cr. The research adsorbent shells blood has the capacity of absorption of 37.88 mg/g at a concentration of 10 mg/l with pH 4 at the mass of the adsorbent without activation 100 mg and absorption capacity of 23.76 mg/g with a mass of adsorbent activated 100 mg 500°C, the concentration of solution is 10 mg/l and pH of the solution is 4. At the step of encapsulation with adsorbent without activation, capacity of absorption is 16.18 mg/g. Model Isotherm which suitable for research is langmuir isotherm model.*

**Key Words:** *Adsorption, Shells Blood Powder, Chromium, Batch Method*

## I. PENDAHULUAN

Pada kegiatan industri perak air limbah yang dihasilkan terdapat unsur-unsur logam berat seperti *Chromium* (Cr) yang sulit didegradasi, serta bersifat racun yang sulit untuk dilakukan penanganan terhadap limbah yang dihasilkan (Anugrah dan Iriany, 2015). Apabila unsur-unsur logam berat ini masuk ke dalam badan air dapat merusak kualitas air serta mengganggu kehidupan biota air. Terdapat beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi unsur logam berat tersebut, salah satunya dengan cara adsorpsi.

Prinsip kerja adsorpsi itu sendiri dapat digambarkan sebagai proses di mana molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan adsorben akibat interaksi kimia dan fisika (Reynolds, 1982). Partikel pengotor akan dihilangkan dari larutan dengan cara diambil oleh adsorben saat proses adsorpsi.

Dalam penggunaannya, adsorben jenis serbuk akan menyebar dalam air sehingga membutuhkan metode lain dalam proses pemisahannya. Alternatif untuk meminimalisir dampak dari penggunaan adsorben serbuk adalah dengan menerapkan metode enkapsulasi pada pembuatan adsorben. Enkapsulasi bertujuan untuk meningkatkan gugus aktif, kualitas sifat fisik maupun sifat kimia dari adsorben untuk proses adsorpsi. (Ronaldo dkk, 2013). Kelebihan lain dari metode enkapsulasi pada pembuatan adsorben yakni dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi. Enkapsulasi merupakan teknik penyalutan suatu bahan sehingga bahan yang

disalut dapat dilindungi dari pengaruh lingkungan. Bahan penyalut disebut enkapsulan sedangkan yang disalut atau dilindungi disebut core. (Triana dkk, 2006).

Agar merupakan ekstrak polisakarida pada agarophyte dan termasuk kelompok Rhodophyte yang memiliki keteraturan ikatan disakarida yang didasari dari substitusi gugus karboksil dengan hemiesters sulfat dan metil eter (Usov, 1998). Gugus karboksil yang terdapat pada agar ini yang kemudian berperan pada proses adsorpsi dalam mengadsorpsi logam Cr dalam air. Agar merupakan salah satu polimer alam yang murah dan bersifat biodegradable, dan nontoksik, sehingga sering digunakan (Dartiwati, 2011) dan tidak merusak bahan yang disalutnya (Wukirsari, 2006).

Aktivasi merupakan bagian dari proses pembuatan adsorben yang bertujuan untuk memperbesar ukuran dan distribusi pori serta memperluas permukaan adsorben yang dapat dilalui oleh adsorbat. Ada 2 metode yang dapat digunakan dalam mengaktivasi adsorben, yaitu dengan metode aktivasi fisika (*physical / thermal activation*) dan aktivasi kimia (*chemical activation*) (Marsh, 2006).

Pada dasarnya banyak media yang dapat dijadikan media adsorpsi dengan memperhatikan karakteristik dari media tersebut antara lain mempunyai luas permukaan yang besar, memiliki pori (makro pori maupun mikro pori), selektif dalam menjerap adsorbat dan dapat diregenerasi. Dalam mengurangi unsur logam ini penulis memanfaatkan Cangkang Kerang Darah (*Anadar granosa*) yang merupakan metode

adsorpsi yang menarik, dimana biasanya Cangkang Kerang Darah (*Aanadar granosa*) merupakan bahan sisa produksi makanan yang cukup banyak di lingkungan. Menurut Kasi Produksi dan Pengendalian Budidaya Ikan Dinas Kelautan dan Perikanan (DKP) Provinsi Kepulauan Babel, Winarso, saat ini pembudidayaan kerang darah hanya ada di Bangka Barat dengan produksi mencapai 445,13 ton per tahun.

Cangkang kerang darah penulis manfaatkan sebagai media adsorpsi dengan alasan pada kerang darah kaya akan senyawa kitin. Senyawa kitin yang banyak dikembangkan adalah kitosan. Kitosan merupakan suatu amina polisakarida hasil destilasi kitin. Selain kitin cangkang kerang darah juga memiliki kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) yang secara fisik mempunyai pori-pori yang memungkinkan memiliki kemampuan mengadsorpsi atau menyerap zat-zat lain ke dalam pori-pori permukaannya (Wiyarsi dan Erfan, 2012). Kalsium yang dapat menyerap diharapkan dapat mengurangi unsur logam yang terdapat di dalam air, sehingga saat di buang ke badan air tidak mencemari lingkungan.

Pada cangkang kerang terdapat kandungan  $\text{CaCO}_3$  sebesar 95 – 99% berat. Sehingga sangat baik untuk dijadikan sebagai bahan baku adsorben, Sedangkan abu cangkang kerang terdiri atas senyawa yaitu 7,88%  $\text{SiO}_2$ , 1,25%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 0,03%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 66,70%  $\text{CaO}$ , dan 22,28%  $\text{MgO}$  Selain itu, berdasarkan komposisi kimia tersebut kandungan  $\text{CaO}$  pada abu cangkang cukup

tinggi sehingga abu cangkang berpotensi sebagai adsorben, sehingga cocok digunakan sebagai media adsorben dalam mengadsorpsi logam Cr (Retno, 2012).

Logam kromium dengan berat atom 51,996 g/mol, berwarna abu-abu, tahan terhadap oksidasi meskipun pada suhu tinggi, mengkilat, keras, memiliki titik cair  $2,857^\circ\text{C}$  dan titik didih  $2,672^\circ\text{C}$  (Widowati, dkk. 2008). Menurut Keputusan Gubernur DIY, tentang Baku Mutu Limbah Cair Kegiatan Industri di propinsi DIY, tahun 1998, nilai kadar maksimum dalam air adalah 0,5 mg/L. Logam krom memiliki bilangan oksidasi +2, +3, dan +6, tetapi di alam lebih banyak dijumpai dalam bentuk  $\text{Cr}^{3+}$  dan  $\text{Cr}^{6+}$ .  $\text{Cr}^{6+}$  bersifat lebih toksik dibandingkan  $\text{Cr}^{3+}$  dan juga penanganannya lebih sukar (Dermatas dan Meng, 2004). Paparan logam kromium pada manusia dapat menyebabkan gangguan pada alat pernafasan, hati, ginjal, sistem pencernaan dan sistem imunitas.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, D.I.Yogyakarta.

### Alat yang Digunakan

Ayakan 140 mesh, Beaker gelas, Erlenmeyer, Furnace, Karet hisap, Kertas saring, Oven, Orbital Shaker, Spatula, Spektrofotometer Serapan Atom (SSA), Stopwatch, Sendok, Tabung Reaksi,

Timbangan analitik, Pipet tetes, Pipet volume, pH Indikator, *Scanning Electron Microscopy* (SEM), *Fourier Transform Infra Red* (FTIR)

### **Bahan yang Digunakan**

Serbuk Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*), Larutan *Chromium* (Cr), HNO<sub>3</sub>, NaOH, Agar.

### **Persiapan Adsorben Cangkang Kerang**

Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) diambil secara acak dari pasar yang ada di Pulau Bangka Belitung. Cangkang dipisahkan dari dagingnya dan dicuci dengan menggunakan air bersih kemudian dikeringkan di bawah terik matahari untuk mengurangi kadar air yang terkandung dalam cangkang kerang. Cangkang kering dihaluskan sampai berbentuk tepung kemudian di ayak dengan ukuran 150 mesh sehingga menjadi pure adsorben, yang kemudian diaktivasi secara fisika menggunakan *furnace* dengan suhu 500°C dan 800°C selama 4 jam dan melakukan tahap karakterisasi menggunakan SEM untuk serta EDS dilanjutkan dengan identifikasi gugus fungsi yang terdapat di dalam adsorben menggunakan spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red* (FTIR).

### **Enkapsulasi Agar**

Serbuk cangkang tersebut dienkapsulasi dengan menggunakan agar. Adapun cara mengenkapsulasi yaitu dengan mencampurkan 2,5 gram adsorben ditambahkan 1 gram agar dan 40 ml air kemudian dipanaskan pada suhu 110°C hingga membentuk agar. Tujuan dari dipanaskannya enkapsulasi ini agar, menghilangkan kadar air dalam adsorben,

sehingga adsorben yang telah terenkapsulasi dapat bertahan lama.

### **Pengujian Suhu Optimum**

Untuk menentukan suhu optimum adsorben dengan menggunakan kondisi dimana logam *Chromium* (Cr) dalam kondisi Equilibrium dengan pH 2, dengan mempersiapkan adsorben Tanpa Aktivasi, teraktivasi suhu 500°C dan 800°C sebanyak 50 mg. Masukkan ke dalam erlenmeyer yang terisi 10 mg/l larutan Cr sebanyak 50 ml pada pH 2 dengan waktu kontak 120 menit dan kecepatan pengadukan 150 rpm. Kemudian Saring untuk memisahkan larutan dengan adsorben lalu uji menggunakan AAS.

### **Pengujian Massa Optimum**

Siapkan adsorben teraktivasi suhu 500°C dan 800°C dan adsorben Tanpa Aktivasi dengan variasi massa 50 mg, 100 mg, 200 mg, dan 400 mg. Masukkan ke dalam erlenmeyer yang terisi larutan Cr 10 mg/l sebanyak 50 mL pada pH 2, kecepatan pengadukan 150 rpm dan waktu pengadukan 120 menit. Saring untuk memisahkan larutan dengan adsorben lalu uji menggunakan AAS.

### **Pengujian Kondisi pH Optimum**

Pada pengujian ini menggunakan data hasil pengujian massa optimum sebagai massa adsorben yang akan digunakan. Variasi pH yang digunakan pada kondisi pH 2, 3, 4, 5 dan 6, dengan konsentrasi larutan Cr 10 mg/l, sebanyak 50 ml larutan Cr dimasukkan kedalam erlenmeyer, kecepatan pengadukan 150 rpm dan waktu pengadukan 120 menit. Dalam mengatur kondisi pH larutan tetap asam

digunakan larutan  $\text{HNO}_3$  sedangkan  $\text{NaOH}$  untuk menaikkan pH larutan. Saring larutan untuk memisahkan dengan adsorben lalu ujimenggunakan AAS.

### Pengujian Waktu Kontak Optimum

Pada pengujian ini menggunakan data hasil pengujian suhu, massa dan kondisi pH optimum. Konsentrasi larutan 10 mg/l sebanyak 50 ml larutan Cr dimasukkan ke dalam erlenmeyer, lalu variasi waktu kontak yang digunakan adalah 15, 30, 50, 90 dan 120 menitt, diaduk dengan kecepatan pengadukan 150 rpm. Saring untuk memisahkan larutan dengan adsorben lalu uji menggunakan AAS.

### Pengujian Variasi Konsentrasi

Pada pengujian ini menggunakan data hasil pengujian suhu optimum, massa optimum, kondisi pH optimum dan waktu kontak optimum. Variasi konsentrasi yang digunakan yaitu, 10 mg/l, 25 mg/l, 50 mg/l, 100 mg/l , 150 mg/l, 200 mg/l, 300 mg/l yang dimasukkan kedalam gelas erlenmeyer, diaduk dengan kecepatan 150 rpm. Saring larutan untuk memisahkan dengan adsorben lalu uji menggunakan AAS.

### Penentuan Model Isoterm Adsorpsi

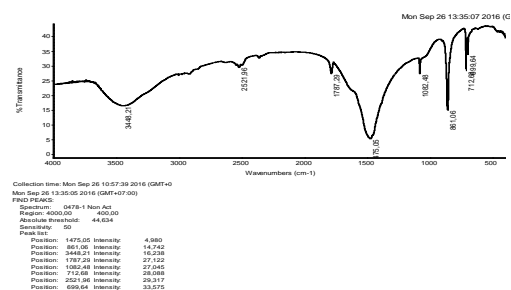
Penentuan model isoterm adsorpsi menggunakan pemodelan isoterm Langmuir dan Freudlich, kemudian dipilih kondisi mana yang lebih cocok dengan adsorpsi logam Chromium oleh adsorben cangkang kerang dipilih nilai dari  $R_2$  yang mendekati 1 dari kedua perhitungan pemodelan tersebut.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

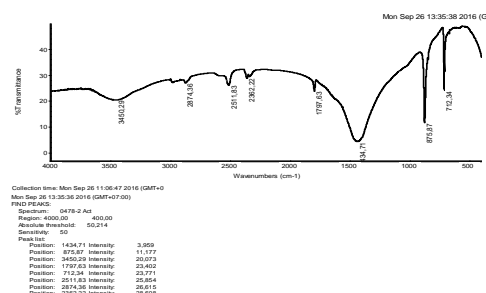
### Karakterisasi adsorben Cangkang Kerang Darah

Karakterisasi pada adsorben dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui karakter , sifat dan kandungan yang terdapat pada adsorben cangkang kerang dengan menggunakan spektrofotometer *Fourier Transdorm Infra Red* (FTIR) dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

FTIR digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang terdapat pada adsorben cangkang kerang dengan melihat puncak spesifik pada grafik yang menunjukkan gugus fungsional yang membantu pada peyerapan logam Cr yang dimiliki adsorben. Pada penelitian ini, gambar grafik hasil FTIR (*Fourier Transdorm Infra Red*) dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 1. Adsorben Tanpa Aktivasi



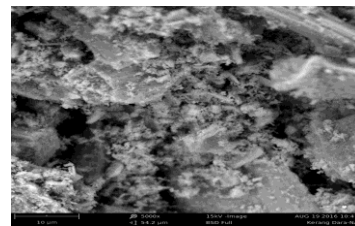
Gambar 2. Adsorben Teraktivasi Suhu 500°C

Dari grafik di atas menggambarkan bahwa adsorben tanpa aktivasi memiliki gugus fungsi pada bilangan gelombang  $3448,21\text{ cm}^{-1}$  yang dikategorikan pada gugus  $\text{NH}_2$  amina yang kuat yang berfungsi sebagai penyerap logam di karenakan  $\text{NH}_2$  bertindak sebagai penukar ion, dan gugus  $\text{C=O}$  pada  $1082,48\text{ cm}^{-1}$  yang dimana diketahui gugus  $\text{C=O}$  dapat berfungsi sebagai pengikat logam, Serta adanya pita serapan pada bilangan gelombang  $1475,05\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan gugus  $\text{CH}_2$ , selain itu adanya pita serapan pada bilangan gelombang  $861,06\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan gugus benzen. Sedangkan untuk hasil FTIR cangkang kerang yang teraktivasi suhu  $500^\circ\text{C}$  menunjukkan berkurangnya jumlah gugus fungsi  $\text{NH}_2$  pada gelombang  $3450,29\text{ cm}^{-1}$  yang merupakan gugus fungsi penting dalam membantu penyerapan logam. Selain itu, pada gelombang  $1434,71\text{ cm}^{-1}$  yang di kategorikan sebagai gugus fungsi  $\text{CH}_3$ . Serta adanya pita serapan pada gelombang  $875,87\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan gugus fungsi benzen. Dapat dilihat pada ke-2 grafik bahawa adanya gugus fungsi yang hilang dan berkurang jumlahnya setelah diaktivasi, dikarenakan beberapa gugus fungsi yang bersifat mudah menguap apabila di panaskan pada suhu tinggi, sehingga mempengaruhi kemampuan adsorben dalam menyerap logam Cr. Dapat diketahui pula bahwa adsorben cangkang kerang tanpa di aktivasi lebih layak dijadikan adsorben karena adanya gugus-gugus fungsi yang diperlukan dalam mendukung kemampuan serbuk cangkang kerang dalam mengadsorpsi logam Chromium, di

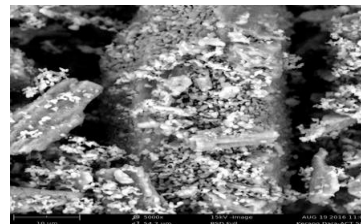
bandingkan dengan cangkang kerang yang teraktivasi suhu  $500^\circ\text{C}$ .

SEM digunakan untuk mengidentifikasi morfologi permukaan adsorben cangkang kerang agar mengetahui bagaimana struktur permukaan dan bentuk pori-pori dari adsorben.

Pada penelitian ini, gambar hasil dari SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

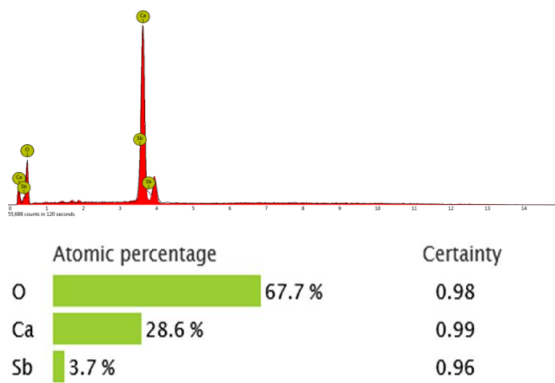


**Gambar 3.** Morfologi Adsorben Tanpa Aktivasi Perbesaran 5000 kali

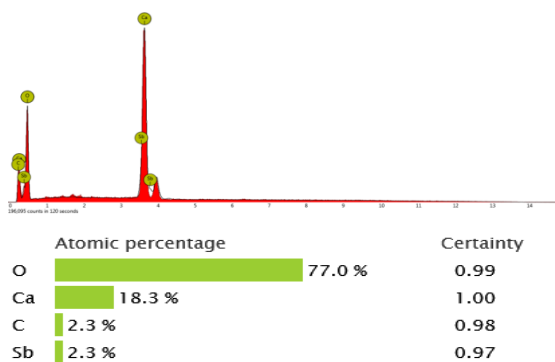


**Gambar 4.** Morfologi Adsorben Teraktivasi  $500^\circ\text{C}$  Perbesaran 5000 kali

Berdasarkan hasil scanning di atas dapat dilihat bahwa pada morfologi permukaan adsorben tanpa aktivasi memiliki luas permukaan pori yang lebih besar sehingga memungkinkan untuk menyerap logam berat Cr lebih baik. Sedangkan pori-pori permukaan adsorben teraktivasi suhu  $500^\circ\text{C}$  terlihat memiliki luas permukaan pori adsorben lebih kecil dari pada adsorben tanpa aktivasi. Namun untuk melihat jenis atom penyusun dari kedua adsorben tersebut dapat dilihat dari hasil uji spectrum EDS dibawah ini.



**Gambar 5.** EDS Adsorben Cangkang Kerang Tanpa Aktivasi



**Gambar 6.** EDS Adsorben Cangkang Kerang Teraktivasi 500°C

EDS digunakan untuk mengetahui jenis senyawa penyusun yang terdapat di dalam adsorben. Dilihat dari hasil uji EDS bahwa konsentrasi unsur Kalsium (Ca) pada adsorben tanpa aktivasi lebih tinggi yaitu 28,6% di bandingkan dengan adsorben yang telah teraktivasi hanya sebesar 18,3%, dimana semakin tinggi unsur Ca yang terkandung di dalam adsorben, maka semakin tinggi pula kemampuan adsorben dalam menyerap logam Cr. Dapat dilihat bahwa terjadi penurunan konsentrasi pada unsur Ca setelah adsorben diaktivasi di karenakan unsur Ca pada cangkang berubah menjadi abu akibat proses pemanasan, sehingga menurunkan kapasitas kemampuan dari cangkang dalam menyerap

logam Cr, Sedangkan pada unsur O pada adsorben tanpa aktivasi dan sesudah aktivasi, yaitu masing-masing 67,7% dan 77%. namun terjadi peningkatan konsentrasi pada unsur O setelah adsorben diaktivasi. Disimpulkan bahwa adsorben cangkang kerang tanpa aktivasi lebih baik dalam menyerap logam Cr di bandingkan adsorben yang telah teraktivasi.

### Pengujian Variasi Suhu Adsorben

Variasi suhu pada adsorben bertujuan untuk mengetahui pada suhu berapa adsorben dapat optimum menyerap logam Cr yang terdapat di dalam air.

Diketahui pada hasil uji bahwa adsorben tanpa aktivasi menghasilkan persen removal mencapai 57,60% sedangkan untuk adsorben yang teraktivasi dengan suhu 500°C dan suhu 800°C hanya menghasilkan persen removal 39,53% dan 24,07. Maka berdasarkan data tersebut, untuk pengujian variasi selanjutnya digunakan adsorben tanpa aktivasi dan adsorben teraktivasi suhu 500°C.

### Pengujian Variasi Massa Adsorben

Variasi massa adsorben bertujuan untuk dapat mengetahui berapa massa yang optimal digunakan dalam mendapatkan kondisi adsorpsi yang optimal untuk menyerap logam Cr.

Dari hasil uji variasi massa optimum adsorben sebanyak 0,1 gram sudah dapat mengadsorpsi logam Cr sebanyak 85,74%. Sedangkan untuk adsorben teraktivasi

500°C hanya dapat mengadsorpsi sebanyak 82,44% dengan massa optimum yang sama yaitu 0,1 gram. Akan tetapi untuk memastikan apakah adsorben cangkang kerang tanpa aktivasi memiliki daya serap yang lebih baik dibandingkan adsorben cangkang kerang darah yang teraktivasi, maka akan dilanjutkan ke tahap pengujian dengan variasi pH pada larutan menggunakan massa adsorben sebanyak 0,1 gram.

#### **Pengujian Variasi pH Larutan**

Pengujian selanjutnya yaitu variasi derajat keasaman (pH) bertujuan untuk mengetahui pada pH berapa daya serap adsorben dapat bekerja dengan maksimum.

Diketahui bahwa kenaikan persen removal yang terjadi pada adsorben tanpa aktivasi lebih tinggi dari pada adsorben yang teraktivasi. Pada pH 4, penurunan konsentrasi logam Cr oleh adsorben tanpa aktivasi lebih tinggi dari pada adsorben teraktivasi, yaitu 97,78% pada adsorben tanpa aktivasi dan 87,02% pada adsorben teraktivasi.

Hal ini dikarenakan pada pH rendah ion chromium berubah menjadi ion negatif, sehingga kondisi yang baik untuk adsorpsi adalah pada pH rendah karena pada pH rendah ion  $H^+$  pada permukaan adsorben meningkat sehingga, menghasilkan ikatan elektrostatik yang kuat antara muatan

positif pada permukaan adsorben dengan ion dikromat. Sedangkan dengan bertambahnya pH, adsorpsi ion logam kromium (Cr) akan semakin menurun. Hal ini disebabkan karena pada pH tinggi, konsentrasi ion  $OH^-$  dalam larutan meningkat sehingga permukaan sel perlahan menjadi bermuatan negatif. Sehingga menyebabkan kekuatan untuk mengikat ion-ion Cr yang bermuatan negatif menjadi semakin kecil dan mengurangi kemampuan adsorpsi. Pada pH tinggi ion Cr menjadi  $Cr(OH)_3$  yang mengurangi kelarutan ion Cr pada larutan yang mengakibatkan berkurangnya jumlah ion Cr yang dapat diserap oleh permukaan sel (Utama, dkk. 2016).

#### **Pengujian Variasi Waktu Kontak**

Pada pengujian ini, dilakukan untuk mengetahui berapa lama waktu kontak yang dibutuhkan agar penyerapan logam oleh adsorben secara maksimal. Pada pengujian variasi pH sebelumnya, ditetapkan pH 4 untuk pengujian variasi selanjutnya.

Dari hasil uji variasi waktu kontak larutan dengan adsorben terlihat bahwa kemampuan daya serap adsorben yang paling optimum terjadi pada menit ke 120 dengan persen removal logam Cr sudah mencapai 95,24% pada serbuk adsorben tanpa aktivasi dan 90,27% pada serbuk adsorben teraktivasi. Sehingga untuk variasi pengujian selanjutnya menggunakan waktu kontak selama 120 menit.



## Pengujian Variasi Konsentrasi Larutan

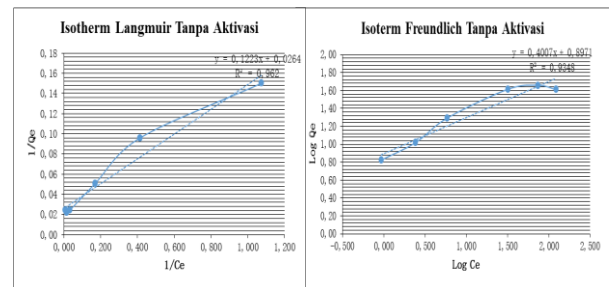
Pada Pengujian variasi kali ini menggunakan semua data hasil optimum pada pengujian variasi sebelumnya yaitu dengan adsorben cangkang kerang tanpa aktivasi dan cangkang kerang teraktivasi suhu 500°C, massa adsorben 100 mg, derajat keasaman dengan pH 4, waktu kontak larutan dengan adsorben selama 120 menit. Berikut ini merupakan hasil daya serap cangkang kerang darah terhadap logam Cr.

Diketahui bahwa persen removal paling tinggi terjadi pada adsorben cangkang kerang darah tanpa aktivasi dengan konsentrasi larutan logam Cr 10 mg/l yaitu sebesar 93%, sedangkan cangkang kerang darah teraktivasi suhu 500°C hanya mampu meremoval konsentrasi larutan logam Cr 10 mg/l sebesar 87%. Dapat dilihat pula bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan Cr maka kemampuan adsorben dengan massa 100 mg hanya dapat optimum meremoval konsentrasi sebesar 10 mg/l larutan logam Cr.

Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan maka akan semakin kecil kemampuan adsorben untuk menyerap ion-ion logam yang terdapat di dalam larutan.

## Isotherm Adsorpsi Langmuir dan Freundlich pada Cangkang Kerang Darah Tanpa Aktivasi

Pemodelan isotherm Langmuir dan isotherm Freundlich yang dilakukan untuk mengetahui kapasitas penyerapan adsorben tanpa aktivasi ditunjukkan pada Gambar 7 berikut ini:



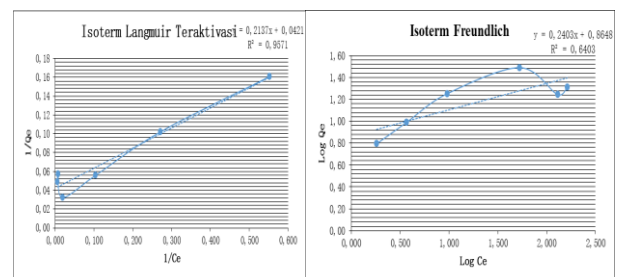
Gambar 7

- (a) Isotherm Langmuir Tanpa Aktivasi
- (b) Isotherm Freundlich Tanpa Aktivasi

Berdasarkan gambar di atas bahwa isotherm langmuir tanpa aktivasi diperoleh persamaan  $y = 0,1223x + 0,0264$  dan nilai  $R^2 = 0,962$  dan pada kurva Gambar 4.15 dengan isotherm freundlich tanpa aktivasi di peroleh persamaan  $y = 0,4007x + 0,8971$  dengan nilai  $R^2 = 0,9348$ . Sehingga penentuan persamaan isotherm yang digunakan yaitu melihat dari nilai  $R^2$  yang mendekati nilai 1. Pada kurva diatas nilai  $R^2$  yang paling mendekati 1 yaitu pada isotherm langmuir sebesar 0,962.

## Isotherm Adsorpsi Langmuir dan Freundlich pada Cangkang Kerang Darah Teraktivasi Suhu 500°C

Pemodelan isotherm Langmuir dan isotherm Freundlich yang dilakukan untuk mengetahui kapasitas penyerapan adsorben teraktivasi 500°C ditunjukkan pada Gambar 8 berikut ini:



Gambar 8.

- (a) Isotherm Langmuir Teraktivasi
- (b) Isotherm Freundlich Teraktivasi

Berdasarkan gambar diatas dapat diketahui bahwa hasil perhitungan isoterm dengan isoterm langmuir teraktivasi diperoleh persamaan  $y = 0,2137x + 0,0421$  dan nilai  $R^2 = 0,9571$  dan pada kurva Gambar 4.17 dengan isoterm freundlich tanpa aktivasi di peroleh persamaan  $y = 0,2403x + 0,8648$  dengan nilai  $R^2 = 0,6403$ . Sehingga penentuan persamaan isoterm yang digunakan yaitu melihat dari nilai  $R^2$  yang mendekati nilai 1. Pada kurva diatas nilai  $R^2$  yang paling mendekati 1 yaitu pada isoterm langmuir sebesar 0,9571.

### Kemampuan Adsorpsi Maksimum

Kemampuan optimum adsorpsi dari hasil penelitian adsorben serbuk cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) tanpa aktivasi dan adsorben serbuk cangkang kerang darah teraktivasi dapat diketahui dari mekanisme pemodelan pada isotherm adsorpsi yaitu isotherm Langmuir dan isotherm Freundlich. Pada pemodelan isotherm Langmuir, adsorpsi yang dilakukan oleh serbuk adsorben tanpa aktivasi diperoleh nilai  $R^2 = 0,962$  dan dari hasil perhitungan diperoleh persamaan  $y = 0,1223x + 0,0264$  seperti pada Gambar 4.14 diperoleh hasil kapasitas penyerapan maksimum ( $Q_m$ ) adsorben cangkang kerang darah tanpa aktivasi terhadap logam Cr yaitu sebesar 37,88 mg/g. Kemudian diperoleh nilai konstanta kesetimbangan sebesar 0,216, nilai konstanta ini menunjukkan afinitas antara adsorben dengan logam yang diserap. Semakin besar nilai konstanta maka semakin besar pula afinitas suatu adsorben terhadap logam berat yang diserap. Sedangkan pemodelan isotherm Langmuir pada adsorben teraktivasi didapat

nilai  $R^2 = 0,9571$  dan diperoleh persamaan  $y = 0,2137x + 0,0421$  seperti pada Gambar 4.16 Diperoleh hasil  $Q_m$  adsorben cangkang kerang darah teraktivasi terhadap logam Cr yaitu sebesar 23,76 mg/g. Selain itu juga diperoleh nilai konstanta kesetimbangan sebesar 0,197.

Pada model isotherm Freundlich, serbuk adsorben cangkang kerang tanpa aktivasi diperoleh nilai  $R^2 = 0,9348$  dengan persamaan  $y = 0,4007x + 0,8971$  seperti pada Gambar 4.15 Adapun nilai Kf dan n yang menunjukkan konstanta dengan nilai Kf sebesar 24,452 dan nilai n yaitu 0,401. Sedangkan pada model isotherm Freundlich serbuk cangkang kerang darah teraktivasi didapat nilai  $R^2 = 0,6403$  dari persamaan nilai  $y = 0,2403x + 0,8648$  yang seperti pada Gambar 4.17. Pada isotherm ini juga didapat nilai Kf sebesar 2,3745 dan nilai n adalah 0,240. Pada dasarnya kedua model isotherm ini cocok digunakan pada proses adsorpsi terhadap logam Cr dengan menggunakan serbuk adsorben cangkang kerang darah teraktivasi karena nilai  $R^2$  yang hampir mendekati angka 1, akan tetapi dengan membandingkan besaran nilai  $R^2$  yang didapat dari persamaan isotherm Langmuir dan Freundlich, maka model kesetimbangan yang cocok adalah isotherm Langmuir.

**Tabel 1.** Kemampuan Adsorpsi Maksimum Cangkang Kerang

No	Langmuir		Freundlich	
	$Q_m$ (mg/g)	$R^2$	Kf (mg/g)	$R^2$
Non Act	37,88	0,962	2,451	0,934
Act 500°C	23,76	0,957	2,163	0,643

Dari tabel di atas menunjukkan bahwa persamaan Langmuir dapat diterapkan pada proses adsorpsi ion logam chromium oleh cangkang kerang darah dengan mengasumsikan bahwa terdapat satu lapisan permukaan (monolayer) dan bersifat homogen, yaitu samanya kedudukan ikatan kimia dengan senyawa lain, sehingga membentuk 1 lapisan permukaan adsorba

### **Pengujian Adsorpsi Logam Chromium (Cr) dengan Enkapsulasi**

Enkapsulasi merupakan teknik pembuatan kapsul terhadap suatu bahan aktif. Enkapsulasi ini digunakan untuk membungkus adsorben dengan agar-agar yang bertujuan untuk dapat memaksimalkan daya serap adsorben itu sendiri untuk menyerap ion Cr serta meningkatkan gugus aktif, kualitas sifat fisik maupun sifat kimia dari adsorben untuk proses adsorpsi. Hasil data dan pembahasan akan dijabarkan dibawah ini.

### **Pengujian Adsorpsi Variasi Waktu Kontak dengan Enkapsulasi**

Pengujian ini menggunakan adsorben tanpa aktivasi dikarenakan pada pengujian sebelumnya sudah diketahui bahwa, adsorben tanpa aktivasi memiliki daya serap lebih besar dibandingkan dengan adsorben teraktivasi suhu 500°C.

Diketahui bahwa kemampuan maksimum adsorben dengan enkapsulasi terjadi pada waktu kontak 6 jam yaitu sebesar 64,55%. Sedangkan pada waktu kontak 12 jam, dan 24 jam terjadi penurunan persen removal yaitu sebesar 63,75% dan 62,54%, diperkirakan

terjadinya kejenuhan pada adsorben dalam menyerap logam Cr.

### **Pengujian Adsorpsi Variasi Konsentrasi dengan Enkapsulasi**

Pada tahap ini pengujian konsentrasi dilakukan dengan waktu kontak yang paling optimum yaitu 6 jam pada hasil uji sebelumnya.

Berdasarkan hasil uji bahwa persen removal adsorben dengan enkapsulasi lebih rendah dari pada adsorben tanpa enkapsulasi. Persen removal pada konsentrasi larutan 10 mg/l dengan enkapsulasi sebesar 66%, sedangkan pada adsorben tanpa aktivasi sebesar 93%. Selisih removal yang terjadi sangat jauh yaitu pada range 27%. Maka dibutuhkan waktu kontak yang lebih lama untuk proses enkapsulasi ini agar adsorben dengan enkapsulasi dapat menyerap Cr dengan maksimal.

### **KESIMPULAN**

Dari hasil penelitian proses adsorpsi logam Cr oleh adsorben cangkang kerang darah (*Anadara Granosa*) dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Cangkang Kerang Darah (*Anadara Granosa*) tanpa aktivasi dan yang teraktivasi pada suhu 500°C dan 800°C dapat dimanfaatkan sebagai biosorben untuk menyerap logam Cr karena mengandung kalsium dan gugus fungsional, yaitu NH<sub>2</sub>, CO dan CH<sub>2</sub> pada tanpa aktivasi dan gugus fungsional NH<sub>2</sub> dan CH<sub>3</sub> pada aktivasi.

2. Berdasarkan hasil pengujian Suhu optimum untuk meremoval larutan Cr yaitu adsorben tanpa aktivasi (Adsorben murni), hasil pengujian variasi massa optimum untuk meremoval larutan logam Cr yaitu sebesar 100 mg, hasil pengujian variasi derajat keasamaan (pH) untuk meremoval larutan logam Cr yaitu pada pH 4, hasil pengujian variasi waktu kontak adsorben dengan larutan dalam meremoval larutan logam Cr yaitu selama 120 menit serta hasil pengujian pada variasi konsentrasi larutan di dapat konsentrasi optimum yaitu sebesar 10 mg/l.
3. Model isotherm yang cocok untuk adsorben bubuk cangkang kerang darah tanpa aktivasi dan teraktivasi yaitu isotherm langmuir dengan kemampuan daya serapnya sebesar 37,88 mg/g, dan 23,76 mg/g.
4. Kemampuan daya serap bubuk cangkang kerang darah yang tidak di enkapsulasi lebih tinggi di dibandingkan dengan bubuk cangkang kerang darah yang di enkapsulasi dengan agar.

## SARAN

Dari hasil penelitian adsorpsi ion logam Cr dengan menggunakan adsorben cangkang kerang darah (*Anadara granosa*), penulis merekomendasikan hal-hal berikut ini :

1. Pada penelitian selanjutnya dapat diuji dengan limbah asli, seperti limbah perak dengan kandungan logam Chromium yang tinggi.

2. Diperlukan pengkajian lebih lanjut untuk pemilihan bahan enkapsulasi agar daya serap adsorben dapat meningkat.
3. Pada penelitian selanjutnya dapat di bandingkan antar adsorben yang teraktivasi secara fisik dengan adsorben yang teraktivasi secara kimia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anugrah, A. S. dan Iriany., 2015. **Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Bulu Sebagai Adsorben Untuk Menjerap Logam Kadmium (II Dan Timbal (II)).** Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara. Vol. 4, No. 3
- Dartiawati. 2011. **Perilaku Disolusi Nanokapsul Ketoprofen Tersalut Gelkitosan-Alginat Secara In Vitro.** Bogor: IPB.
- Dermatas, D. and Meng, X., 2004, **Removal of As,Cr, and Cd by Adsorptive Filtration,** Global Nest.The Int. J., 5 (1) : 73-80
- Keputusan Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta, no: 281/KPTS/1998, tentang **Baku Mutu Limbah Cair Kegiatan Industri Di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.**
- Marsh, H., Rodriguez-Reinoso,F. 2006. **Activated Carbon.** Netherlands: Elsevier Science and Technology Books

- Retno, E., 2012. **Pembuatan Ethanol Fuel Grade Dengan Metode Adsorpsi Menggunakan Adsorben Granulated Natural Zeolite dan CaO.** Spionsium Nasional RAPI XI FT UMS-2K012. Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Sebelas Maret.
- Reynolds, T. D., 1982. **Unit Operation and Processes in Environmental Engineering.** Brooks/Cole Engineering Division : California
- Ronaldo., Silalahi, I, H., Wahyuni, N., 2013. **Adsorpsi Ion Logam Cu(II) Menggunakan Biomassa Alga Coklat (Sargassum crassifolium) Yang Terenkapsulasi Aqua Gel Silika.** Pontianak. , volume 2 (3), halaman 148 - 152
- Triana, E., Yulianto,E., Nurhidayat,N., 2006. **Uji Viabilitas Lactobacillus sp.Mar 8 Terenkapsulasi.** Bogor 16002. Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)
- Usov, A. I., 1998. **Structural analysis of red seaweed galactans of agar and carrageenan groups.** Food Hydrocolloids, 1998, 12, 301–308.
- Utama, S, Kristianto, H dan Andreas, A. 2016. **Adsorpsi Ion Logam Kromium (Cr (Vi)) Menggunakan Karbon Aktif dari Bahan Baku Kulit Salak.** Bandung.
- Widowati, W., Sastiono, A., dan Jusuf R., 2008. **Efek Toksik Logam, Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran,** Penerbit ANDI, Yogyakarta
- Wiyarsi, A dan Erfan. P., 2012. **Pengaruh Konsentrasi Kitosan Dari Cangkang Kerang Terhadap Efisiensi Penyerapan Logam Berat.** Tidak diterbitkan. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Wukirsari, T. 2006. **Enkapsulasi Ibuprofen dengan Penyalut Alginat-Kitosan.** Bogor: Institut Pertanian Bogor. Yogyakarta.
- <http://www.antaranews.com/berita/529995/bangka-barat-jadi-kawasan-budidaya-kerang-darah>