

Pemanfaatan Limbah Cangkang Gonggong (*Strombus canarium*) sebagai Adsorben untuk Menyerap Logam Kadmium (Cd^{2+})

Utilization of Waste Gonggong Shell (*Strombus canarium*) as Adsorbent to Adsorb Cadmium (Cd^{2+})

Ciptaning Rini

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Jl. Kaliurang KM 14,4 Yogyakarta

e-mail : ciptaningrini99@gmail.com

ABSTRAK

Gonggong akan menghasilkan limbah berupa cangkang setelah dikonsumsi. Sehingga dengan meningkatnya konsumsi gonggong, maka meningkatkan limbah yang dihasilkan. Pada umumnya limbah cangkang gonggong dimanfaatkan menjadi produk kreatif, selain itu limbah cangkang gonggong dapat dimanfaatkan untuk mengadsorpsi ion logam berat seperti kadmium (Cd^{2+}). Hal ini terlihat dari hasil penelitian adsorben cangkang gonggong yang dibuat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas penyerapan kadmium (Cd^{2+}) dengan menggunakan cangkang gonggong dan pengaruh aktivasi suhu pada adsorben cangkang gonggong terhadap penurunan kadar kadmium (Cd^{2+}). Variabel dalam penelitian ini adalah suhu aktivasi, massa optimum, pH optimum, waktu optimum dan efektivitas kemampuan adsorben. Kapasitas penyerapan pada adsorben aktivasi suhu $500^{\circ}C$ sebesar $27,027\text{ mg/g}$ dan tanpa aktivasi sebesar $16,393\text{ mg/g}$. Sehingga, kemampuan adsorben aktivasi suhu $500^{\circ}C$ lebih besar dalam menyerap logam kadmium (Cd^{2+}) dibandingkan tanpa aktivasi.

Kata kunci : Adsorpsi, aktivasi termal, cangkang gonggong, kadmium (Cd^{2+}).

ABSTRACT

After consumed, Gonggong will produce shells waste. The increasing of gonggong consumption will increase the waste production. In general, gonggong shells waste utilized as a creative product, beside that it can be used to adsorb heavy metal ion such as Cadmium (Cd^{2+}). it is shown on the observation. This research aims to know the Cadmium (Cd^{2+}) adsorbent capacity by using Gonggong shell and influence of temperature activation in Gonggong shell to the Cadmium (Cd^{2+}) degradation rate. The variables in this research are Temperature Activation, Mass Optimal, pH Optimal, Time Optimal, and Adsorbent Effectiveness. The absorption capacity in the adsorbent activation temperature of $500^{\circ}C$ of 27.027 mg/g and without activation of 16.393 mg/g . Thus, the ability of the adsorbent activation temperature of $500^{\circ}C$ is greater in absorbing metal cadmium (Cd^{2+}) than without activation.

Keyword : Adsorption, temperature activation, gonggong shell, cadmium (Cd^{2+}).

Pendahuluan

Sejauh ini masyarakat memandang limbah sebagai sesuatu yang tidak bermanfaat. Ketertarikan dalam memanfaatkan kembali sumber daya yang berasal dari limbah disebut sebagai *Integrated Resource Recovery* (IRR) yang mampu

memberikan manfaat pada masalah lingkungan, ekonomi maupun sosial pada masyarakat ternyata butuh perhatian khusus, misalnya pada masyarakat lokal di daerah Provinsi Kepulauan Riau dengan mata pencaharian sebagai pencari gonggong (*Strombus canarium*) yang merupakan pangan

khas daerah seperti Tanjung pinang dan batam yang menghasilkan limbah berupa cangkang setelah dikonsumsi. Sehingga oleh masyarakat sekitar, limbah cangkang gonggong dimanfaatkan menjadi produk kreatif. Selain itu, dari berbagai penelitian cangkang gonggong mengandung kalsium karbonat (CaCO_3) merupakan bahan yang sesuai dalam penghilangan senyawa toksik seperti fosfat dan air limbah proses produksi rumah tangga ataupun pabrik yang mengandung logam berat dikarenakan CaO yang merupakan komponen pengaktif untuk pengadsorpsi senyawa beracun tersebut dapat dihasilkan dari senyawa CaCO_3 [2].

Permasalahan mengenai logam berat pernah terjadi di Teluk Jakarta saat sedimen di bagian barat Teluk Jakarta mengandung kadar logam berat yang tinggi akibat aktivitas kapal dan industri sekitar [3]. Logam berat yang masuk ke dalam perairan akan mengakibatkan perubahan kualitas perairan yang mengganggu kehidupan manusia ataupun makhluk hidup lainnya seperti keracunan logam berat berupa kadmium (Cd) yang mampu mempengaruhi otot polos pembuluh darah pada manusia sehingga tekanan darah menjadi tinggi menyebabkan gagal jantung dan kerusakan ginjal.

Dari keadaan diatas, salah satu metode yang dapat diterapkan dalam mengurangi pencemaran air dari logam berat secara mudah dan ramah lingkungan yaitu metode

adsorpsi dengan memanfaatkan limbah cangkang gonggong. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan limbah cangkang gonggong dalam menyerap logam berat.

Metode penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah cangkang gonggong menggunakan larutan sampel buatan kadmium (Cd^{2+}). Peralatan pengujian yaitu Spektrofotometri Serapan Atom (SSA), FTIR (*Fourier Transform Infrared*), SEM-EDX (*Scanning Electron Microscopes*) dan peralatan pendukung yaitu Road Mill, Ayakan 140 mesh dan furnace.

Pembuatan Adsorben Cangkang Gonggong

Limbah cangkang gonggong dibersihkan dengan menggunakan air dan sikat untuk menghilangkan material pengotor. Selanjutnya, proses penghancuran menggunakan road mill kemudian disaring menggunakan ayakan 140 mesh. Hasil ayakan yang lolos dipanaskan pada suhu 110°C , 500°C dan 800°C di furnace selama 4 jam.

Karakterisasi Adsorben Cangkang Gonggong

Sebelum karakterisasi, hasil adsorben cangkang gonggong pada suhu 110°C , 500°C dan 800°C dilakukan pengujian aktivasi suhu untuk menentukan aktivasi suhu optimum

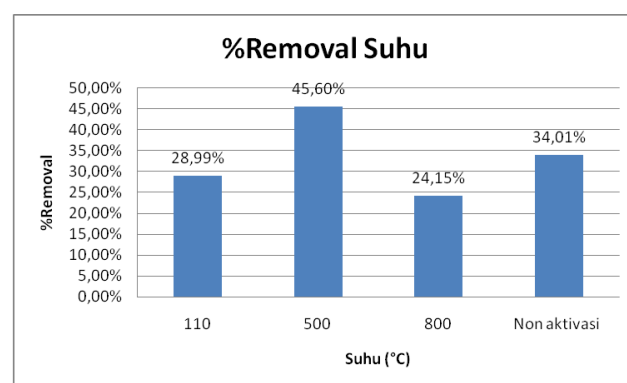
dengan dosis 50 mg untuk masing – masing adsorben. Masukkan kedalam gelas erlenmeyer 250 ml yang bersisi larutan logam kadmium (Cd^{2+}) konsentrasi 10 ppm sebanyak 50 ml pada kondisi Ph 6 dan waktu pengadukan selama 120 menit dengan kecepatan 150 rpm. Kemudian, lakukan penyaringan sebelum pengujian SSA. Hasil aktivasi suhu optimum akan digunakan pada pengujian selanjutnya sebagai adsorben teraktivasi dan dilakukan karakterisasi menggunakan peralatan analisa FTIR untuk menentukan gugus fungsi yang ada dalam suatu senyawa dan SEM-EDX untuk mengetahui luas permukaan adsorben. Cara kerja diatas dilakukan baik tanpa aktivasi pada adsorben limbah cangkang gonggong dalam setiap variabel uji dosis optimum, pH optimum, waktu optimum dan efisiensi kemampuan adsorben.

Hasil

Pengujian Aktivasi Suhu optimum

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan aktivasi suhu optimum diantara aktivasi suhu $110^{\circ}C$, $500^{\circ}C$ dan $800^{\circ}C$ sehingga pada karakterisasi dan pengujian selanjutnya hanya akan menggunakan aktivasi suhu optimum. Dari hasil uji suhu aktivasi adsorben gonggong penyerapan logam kadmium (Cd^{2+}) optimum berada pada suhu $500^{\circ}C$. Hal ini pengaruh dari proses aktivasi dimana meningkatkan daya serap adsorben

sehingga pori – pori adsorben lebih terbuka dan jumlah logam kadmium (Cd^{2+}) yang terserap akan meningkat namun pemanasan yang terlalu tinggi pada suhu $800^{\circ}C$ menyebabkan rusaknya adsorben sehingga kemampuan penyerapannya menurun karena peningkatan suhu diatas suhu spesifiknya akan memutuskan ikatan antara ion logam kadmium (Cd^{2+}) dengan permukaan adsorben.



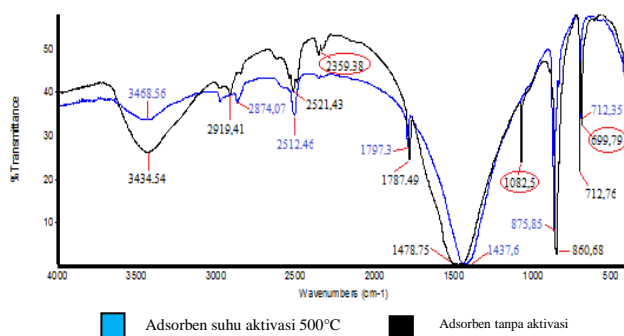
Gambar 1. Grafik Uji Aktivasi Suhu Adsorben Gonggong.

Karakterisasi Adsorben

Dalam penelitian ini, dilakukan karakterisasi pada adsorben teraktivasi dan tanpa aktivasi menggunakan FTIR sehingga dapat diketahui perbedaan gugus – gugus yang terkandung antar keduanya. Hasil dari uji FTIR pada Gambar 2. menunjukkan adanya gugus fungsi yang hilang pada gonggong aktivasi suhu $500^{\circ}C$ yaitu phosphines yaitu phosphines ($C \equiv N$), aliphatic ethers ($C - O$) dan carboxylic acids ($C - H$) dikarenakan proses aktivasi suhu yang berlangsung. Serta terjadi peningkatan

pada carbonyl compounds (C = O) dan aliphatic compounds (C-H). Dengan adanya peningkatan frekuensi gugus fungsi maka kemampuan menyerap ion positif seperti Cd (II), Cu (III) dan Ni (II) semakin meningkat dibandingkan tanpa aktivasi. Selain itu, terlihat pita dari gugus OH muncul dibilangan gelombang 3468,56 adsorben aktivasi suhu 500°C dan 3434,54 tanpa aktivasi. Gugus OH dengan puncak yang tajam merupakan karakteristik dari CaO [5]. Adanya gugus OH dari Ca(OH)₂ dengan karakteristik puncak yang tajam dimungkinkan berasal dari molekul air yang teradsorb pada permukaan CaO, di mana CaO dikenal bersifat higroskopis sehingga sangat mudah menyerap uap air dari udara [1].

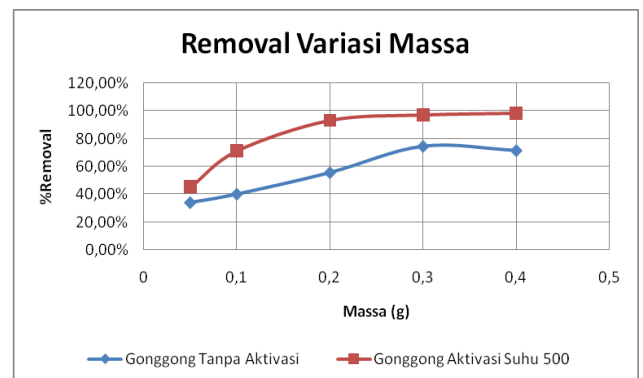
Gambar 2. Analisis Overlay Adsorben Cangkang Gonggong Aktivasi Suhu 500°C dan tanpa aktivasi



Pengujian Massa Optimum

Berdasarkan hasil pengujian diketahui semakin berat massa adsorben maka jumlah logam kadmium (Cd²⁺) yang terserap semakin banyak dapat diartikan efisiensinya

semakin tinggi. Terjadinya penurunan daya adsorpsi pada massa 0,4 gram adsorben tanpa aktivasi disebabkan konsentrasi logam kadmium (Cd²⁺) yang terserap pada permukaan adsorben limbah cangkang gonggong lebih besar dibandingkan konsentrasi logam kadmium (Cd²⁺) yang tersisa dalam larutan.



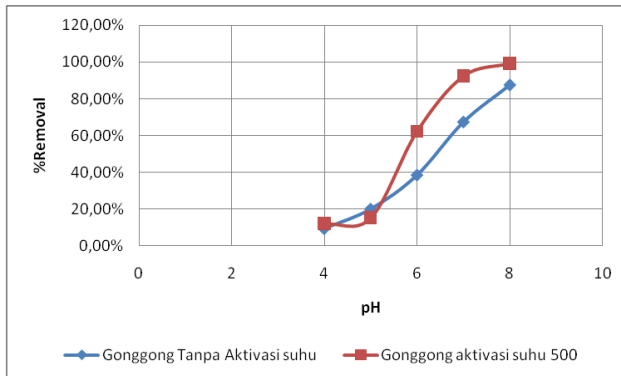
Gambar 3. Grafik Uji Massa Adsorben Gonggong

Perbedaan konsentrasi tersebut menyebabkan ion logam kadmium (Cd²⁺) yang sudah terikat pada adsorben limbah cangkang gonggong akan terdesorpsi kembali ke dalam larutan.

Pengujian pH Optimum

Semakin tinggi pH maka semakin tinggi penyerapan logam kadmium (Cd²⁺) namun tinggi penyerapan dapat terjadi dikarenakan terjadinya pengendapan akibat pH mendekati netral atau sedikit alkalis, karena ion kadmium (Cd²⁺) dapat membentuk kesetimbangan Cd(OH)₂ dan tidak dapat dianalisis dengan AAS [4]. Sehingga pada penelitian digunakan pH optimum yaitu pH 7

dengan kemampuan removal 67,36% adsorben tanpa aktivasi dan 92,34% adsorben suhu aktivasi dengan range pH optimal untuk logam kadmium (Cd^{2+}) diantara pH 6 – 8.



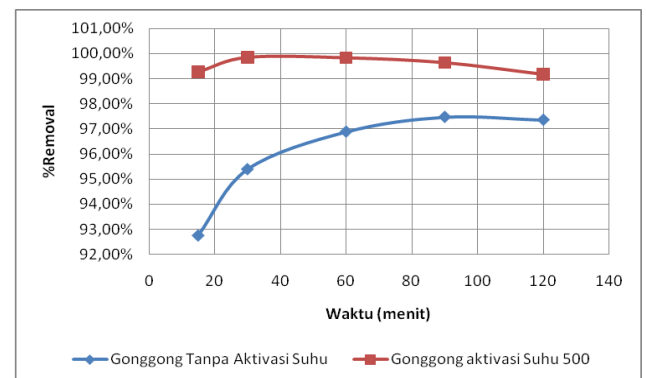
Gambar 4. Grafik Uji pH Adsorben Gonggong

Pengujian Waktu Kontak Optimum

Hasil pengujian variasi waktu kontak adsorben gonggong pada larutan logam kadmium (Cd^{2+}) dapat dilihat pada Tabel 4.5 bahwa terjadi reaksi penyerapan logam kadmium (Cd^{2+}) sejak 15 menit dengan removal sebesar $> 90\%$.

Penurunan terjadi pada menit ke 120 pada adsorben aktivasi maupun tanpa aktivasi disebabkan semakin banyaknya ion logam kadmium (Cd^{2+}) yang terserap dalam adsorben limbah cangkang gonggong maka akan mengalami tingkat kejenuhan dan luas permukaan adsorben limbah cangkang gonggong semakin berkurang yang menyebabkan adsorben tidak mampu mengadsorpsi sehingga ion logam kadmium (Cd^{2+}) yang sudah terikat pada adsorben limbah cangkang gonggong akan terdesorpsi kembali ke dalam larutan. Sehingga dapat

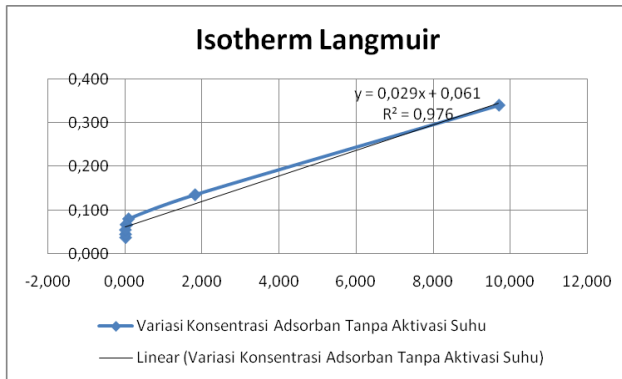
disimpulkan waktu kontak optimum yang diperlukan dalam proses penyerapan logam kadmium (Cd^{2+}) dengan adsorben limbah cangkang gonggong yaitu selama 90 menit pada adsorben tanpa aktivasi dan selama 30 menit pada adsorben suhu aktivasi namun untuk penelitian selanjutnya digunakan waktu 120 menit sebagai waktu optimum disebabkan pada uji efisiensi akan menggunakan konsentrasi logam kadmium (Cd^{2+}) yang lebih tinggi sehingga dipilih waktu yang paling lama untuk hasil yang optimum.



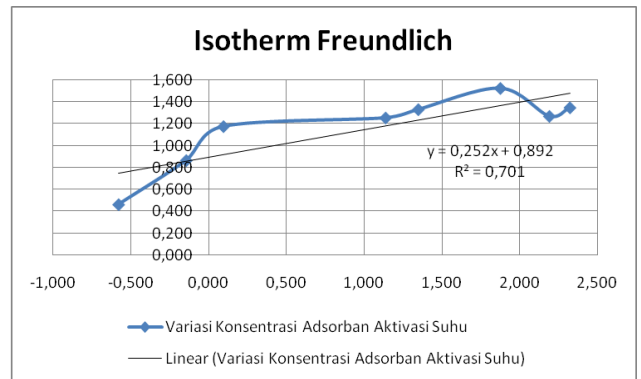
Gambar 5. Grafik Uji Variasi Waktu Kontak Adsorben Gonggong

Isotermal Adsorpsi

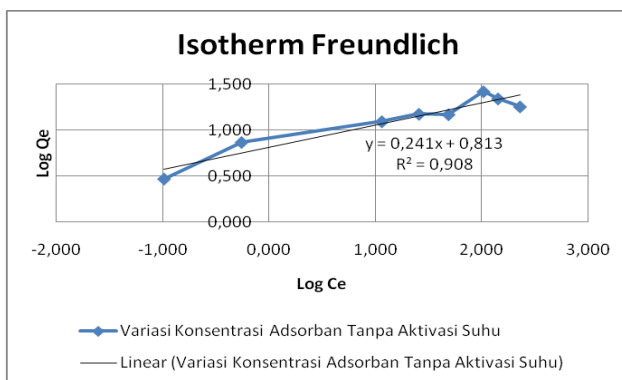
Hubungan antara jumlah zat yang teradsorpsi dan tekanan kesetimbangan atau konsentrasi kesetimbangan pada suhu tertentu disebut dengan isoterm adsorpsi. Model isoterm adsorpsi yang terjadi pada adsorben limbah cangkang gonggong terhadap logam kadmium (Cd^{2+}) dapat diketahui dengan menguji persamaan regresi linier isoterm adsorpsi Langmuir dan persamaan isoterm adsorpsi Freundlich.



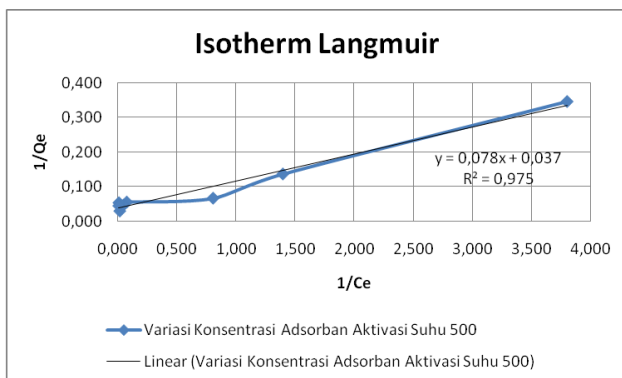
Gambar 6. Grafik Isotherm Adsorpsi Langmuir pada Adsorben Limbah Cangkang Gonggong Tanpa Aktivasi terhadap Kadmium (Cd^{2+})



Gambar 9. Grafik Isotherm Adsorpsi Freundlich pada Adsorben Limbah Cangkang Gonggong Aktivasi Suhu 500°C terhadap Kadmium (Cd^{2+})



Gambar 7. Grafik Isotherm Adsorpsi Freundlich pada Adsorben Limbah Cangkang Gonggong Tanpa Aktivasi terhadap Kadmium (Cd^{2+})



Gambar 8. Grafik Isotherm Adsorpsi Langmuir pada Adsorben Limbah Cangkang Gonggong Aktivasi Suhu 500°C terhadap Kadmium (Cd^{2+})

Hasil perbandingan nilai R^2 dari persamaan isotherm adsorpsi Langmuir dan Freundlich pada adsorben limbah cangkang gonggong aktivasi suhu 500°C dan tanpa aktivasi menunjukkan bahwa persamaan isotherm adsorpsi Langmuir memiliki nilai R^2 mendekati 1 sebesar 0,975 dibandingkan nilai R^2 isotherm adsorpsi Freundlich sebesar 0,701. Sehingga diketahui bahwa isotherm pada adsorben limbah cangkang gonggong aktivasi suhu 500°C terhadap logam kadmium (Cd^{2+}) mengikuti persamaan isotherm adsorpsi Langmuir.

Tabel 10. Hasil Perbandingan Isotherm Adsorpsi pada Adsorben Cangkang Gonggong

Adsorben	Langmuir			Freundlich		
	Qm (mg/g)	Kl	R ²	Kf (mg/g)	1/n	R ²
Tanpa Aktivasi	16,393	2,103	0,976	2,255	4,149	0,908
Aktivasi suhu	27,027	0,474	0,975	2,440	3,968	0,701

Berdasarkan Tabel 10 nilai koefisien regresi menunjukkan isotherm adsorpsi Langmuir memiliki nilai R^2 paling tinggi yaitu 0,975 pada adsorben limbah cangkang

gonggong aktivasi suhu 500°C dan 0,976 tanpa aktivasi, sehingga dapat diasumsikan bahwa adsorben limbah cangkang gonggong mempunyai permukaan yang homogen. Dimana, setiap molekul adsorben hanya dapat mengadsorpsi satu molekul adsorbat (*monolayer*). Selain nilai koefisien regresi, pada Tabel 10 menunjukkan aktivasi pada adsorben limbah cangkang gonggong berhasil dimana daya adsorpsi maksimum (Q_m) pada adsorben limbah cangkang gonggong aktivasi suhu 500°C sebesar 27,027 mg/g lebih tinggi dari pada tanpa aktivasi sebesar 16,393 mg/g.

Ditinjau dari isoterm adsorpsi Freundlich nilai $1/n$ yang diperoleh pada adsorben limbah cangkang gonggong aktivasi suhu 500°C sebesar 3,968 dan 4,149 tanpa aktivasi berarti proses adsorpsi pada kondisi tersebut bersifat kooperatif yaitu adsorpsi yang favorable (baik) karena diatas 1 namun R^2 yang diberikan lebih cenderung mengikuti isoterm adsorpsi Langmuir.

Kesimpulan

Penelitian mengenai pemanfaatan limbah cangkang gonggong (*Strombus canarium*) sebagai adsorben untuk menyerap logam kadmium (Cd^{2+}) menghasilkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Aktivasi suhu menggunakan variasi 110°C, 500°C dan 800°C untuk meningkatkan daya serap adsorben namun pemanasan yang terlalu tinggi

menyebabkan rusaknya adsorben sehingga kemampuan penyerapannya menurun.

2. Uji aktivasi suhu optimum 500°C masih dalam range suhu spesifik sehingga ikatan antara ion logam kadmium dengan permukaan adsorben masih terikat kuat dan tidak mudah terdesorpsi.
3. Uji massa optimum pada adsorben limbah cangkang gonggong dalam menyerap logam kadmium (Cd^{2+}) sebesar 200 mg.
4. Uji pH optimum pada adsorben limbah cangkang gonggong dalam menyerap logam kadmium (Cd^{2+}) yaitu pada pH 7.
5. Uji waktu kontak optimum pada adsorben limbah cangkang gonggong dalam menyerap logam kadmium (Cd^{2+}) yaitu selama 120 menit.
6. Model isoterm langmuir merupakan model yang cocok untuk adsorben limbah cangkang gonggong dalam menyerap logam kadmium (Cd^{2+}) dengan kemampuan daya adsorpsi maksimum sebesar 27,027 mg/g untuk adsorben limbah cangkang gonggong suhu aktivasi 500°C dan 16,393 mg/g tanpa aktivasi.

Daftar Pustaka

- [1] Grandos, M.L., M.D.Z., Alonzo, D.M., Marizcal, R., Galisteo, F.C., Moreno – Tost, R., Santamaria, J., dan fierro, J.L.G. 2007. *Biodiesel from Sunflower Oil Using Activated Calcium Oxide*. App. Catal. B, Envi., 73:317 – 326.

- [2] Ratanapom. Y, Duangkamol Na Ranong. 2011. *Recycling Oyster Shell as Adsorbent for Phosphate Removal*, The 21st Thai Institute of Chemical Engineering and Applied Chemistry.

- [3] Rochyatun, E., dan Rozak, B. 2007. **Pemantauan Kadar Logam Berat dalam Sedimen di Perairan Teluk Jakarta**. *Makara, Sains*, Vol. 11, No. 1 : 28 – 36.

- [4] Rohyani, Yuli. 2013. **Penentuan Cu, Cd dan Pb dengan AAS menggunakan Solid Phase Extraction**. *Jurnal Inovasi dan Kewirausahaan* Vol. 2. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Hal. 19 – 25.

- [5] Ruiz, M.G., Hernandez, J.m Banos, L., Montes, J.N., and Gracia, M.E.R. 2009. *Characterization of Calcium Carbonate, Calcium Oxide and Calcium Hydroxide as Starting Point to the Improvement of Lime for Their Use in Construction*. *J. Of Mat. In Civil Eng.* 100:694-698.

