

Adsorpsi Logam Seng (Zn) Menggunakan *Precipitated Calcium Carbonate* (PCC) Dari Limbah Cangkang Kerang Lokan (*Geloina expansa*)

Helda Sri Rahayu¹⁾, Shinta Elystia²⁾, Yelmida Azis³⁾

¹⁾Mahasiswa Teknik Lingkungan ²⁾Dosen Teknik Lingkungan ³⁾Dosen Teknik Kimia

Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus BinaWidya, Jl. HR Soebrantas, Km.12,5, Panam – Pekanbaru
Email: heldasrirahayu@gmail.com

ABSTRACT

Zinc (Zn) was a heavy metal that has a high toxicity and the presence in water or wastewater could be derived from industrial activities and activities of households. One of technology that can be applied to set aside Zn metals in wastewater was adsorption method using PCC (precipitated Calcium Carbonate) of waste shells seashell. Zn metal concentrations were analyzed using instruments Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). This research aims to study the PCC capabilities in designated metal Zn in the variation of the mass of adsorbent 1; 2; 3 and 4 grams, pH 4; 6 and 8 and a contact time of 15; 30; 45 and 60 minutes. The results showed the highest removal efficiency of Zn occurs at pH 6, and 3 grams of adsorbent mass contact time of 30 minutes with an efficiency of 99.058%. While the lowest efficiency at pH 4, the mass of adsorbent 3 grams and 15 minutes contact time with an efficiency of 1.533%. The adsorption process was assumed that the type of adsorption isotherms obtained is Langmuir isotherm assumed monolayer coating formed with R^2 values of 0.541 and the value of adsorption capacity is 7.274 mg Zn / g PCC. The results of XRD analysis showed that the crystal structure of the PCC (CaCO_3) after adsorption shaped calcite are seen from a row of intensity of diffraction peaks with 2θ values similar to standard CaCO_3 ICDD 01-076-2713.

Keywords: adsorption, PCC lokan calm shell, adsorbent mass, pH, contact time, Zn.

PENDAHULUAN

Pertumbuhan industri yang sangat pesat merupakan salah satu faktor penyebab meningkatnya zat logam di dalam lingkungan. Hal ini mengkhawatirkan karena logam berat bersifat tidak terurai. Paparan kontaminasi logam berat yang hadir meskipun dalam konsentrasi rendah di lingkungan, dapat menjadi berbahaya bagi kesehatan manusia

(Priadi dkk, 2014). Logam berat tersebut dapat mengakibatkan keracunan apabila terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup serta dapat menyebabkan kematian apabila kadar dalam tubuh melebihi ambang batas (Indrawati, 2009). Salah satu logam berbahaya yang dihasilkan adalah Seng (Zn). Seng (Zn) dapat menyebabkan dehidrasi,

diare, sakit perut, mual dan pusing (Priadi dkk, 2014).

Banyak teknologi yang telah dikembangkan untuk menyisihkan logam berat dari air limbah. Proses adsorpsi merupakan salah satu metode yang paling sering dilakukan untuk penyisihan logam beracun dalam air limbah. Adsorpsi merupakan proses fisik-kimiawi dimana adsorbat dalam hal ini pencemar, terakumulasi di permukaan padatan yang disebut adsorben. Proses adsorpsi cocok untuk air limbah dengan logam konsentrasi rendah dan industri dengan keterbatasan biaya (Priadi dkk, 2014). Namun demikian, dalam teorinya adsorpsi zat yang berada dalam larutan bersifat kompleks atau rumit. Hal ini dikarenakan pada adsorpsi zat dalam larutan terjadi kompetisi antara zat pelarut dan zat terlarut (sebagai adsorbat) untuk berinteraksi dengan padatan adsorben (Shaw, 1999).

Salah satu alternatif pemilihan adsorben yang efektif digunakan berasal dari limbah cangkang kerang yang kurang dioptimalkan. Propinsi Riau memiliki potensi yang cukup tinggi sebagai daerah penghasil kerang. Produksi kerang-kerangan di Propinsi Riau pada tahun 2012 mencapai 11.032 ton (DJPT, 2012). Salah satu hewan bivalvia yang dikenal luas dikalangan masyarakat pantai laut daerah Riau, seperti Bengkalis dan Dumai adalah kerang lokan (*Geloina expansa*) yang biasanya hidup dipantai hutan mangrove. Kerang lokan telah menarik perhatian untuk mengadsorpsi logam berat dalam air yang terkontaminasi dengan biaya rendah. Cangkang kerang lokan

mengandung sekitar 99,45% CaCO_3 (Arrafiq, 2015), dimana kalsium karbonat ini merupakan bahan yang sesuai dalam penghilangan senyawa toksik seperti limbah logam, dikarenakan CaO yang merupakan komponen pengaktif untuk pengadsorpsi senyawa beracun tersebut dapat dihasilkan dari senyawa CaCO_3 . Sampai saat ini belum banyak studi yang dilakukan mengenai potensi pemakaian adsorben dari cangkang kerang yang membentuk PCC (*Precipitated Calcium Carbonate*). PCC adalah produk pengolahan batu kapur melalui serangkaian reaksi kimia (Syafri, 2015). Secara teknis PCC memiliki keistimewaan seperti ukuran partikel yang kecil, pori-pori permukaannya besar dan homogen, sehingga PCC merupakan material yang baik sebagai adsorben (Priadi dkk, 2014).

METODOLOGI

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Bahan baku limbah cangkang kerang lokan, larutan Zn , HNO_3 2 M, NH_4OH 0,1 M, NH_4OH 0,5 N, CH_3COOH 0,5 N, gas CO_2 dan aquades.

A. Variabel Penelitian

Variabel Tetap

Variabel tetap yang digunakan dalam penelitian ini adalah Ukuran cangkang kerang +100-120 Mesh, Kecepatan pengadukan 150 rpm dan Suhu ruang (27)° C.

Variabel Berubah

Variabel berubah dalam penelitian ini adalah pada tahap adsorpsi meliputi :

a. pH larutan 4, 6 dan 8.

- b. Massa adsorben 1, 2, 3 dan 4 g.
- c. Waktu Kontak 15, 30, 45 dan 60 menit.

B. Prosedur Penelitian

Preparasi *Precipitated Calcium Carbonate*

Cangkang kerang lokan yang sudah dihaluskan hingga berukuran 0,125mm selanjutnya dikalsinasi didalam *furnace* dengan suhu 900°C selama 3 jam untuk mendapatkan CaO. CaO yang didapatkan kemudian dilarutkan dengan HNO₃ 2M dengan rasio 53 gram CaO/ 900 ml HNO₃ 2M dan diaduk menggunakan *stirrer* selama 30 menit setelah itu disaring. Filtrat yang didapat pada proses penyaringan dipanaskan pada suhu 60°C dan diatur sampai pH 12 (pH awal 5) dengan penambahan NH₄OH pekat lalu disaring kembali. Filtrat yang didapatkan diendapkan

dengan menambahkan gas CO₂ secara perlahan hingga pH filtrat menjadi 8 dan terlihat endapan berwarna putih susu yang selanjutnya disebut *Precipitated Calcium Carbonate* (PCC). Endapan yang didapat kemudian disaring dan dicuci dengan aquades sampai pH 7 lalu dikeringkan dalam *oven* pada suhu 110°C sampai berat hasil timbangan yang didapat konstan untuk menghilangkan sisa air dari proses pengendapan.

Proses adsorpsi dengan berbagai Variasi

Variasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah massa adsorben, pH dan waktu kontak. Berbagai variasi yang dilakukan pada tahap adsorpsi ditampilkan pada Tabel 1:

Tabel 1. Variabel pada tahap adsorpsi : Massa adsorben, pH Larutan dan Waktu Kontak

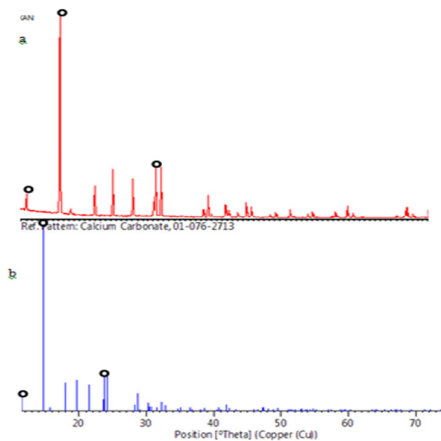
No	Parameter					Hasil
	Kecepatan pengadukan (rpm)	Diameter adsorben (mm)	Massa adsorben (g)	pH larutan	Waktu kontak (menit)	
1.	150	0,125	1	6	15	Massa dan waktu maksimum
2.			2	6	30	
3.			3	6	45	
4.			4	6	60	
5.			Massa maksimum	4	15	pH dan waktu maksimum
				6	30	
				8	45	
				60		

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Adsorben PCC Menggunakan XRD

Difraktogram sampel PCC hasil sintesis dari kulit kerang

ditampilkan pada Gambar 1 menunjukkan puncak PCC memiliki pola yang mirip dengan pola difraksi PCC standar dari data ICDD 01-076-2713.

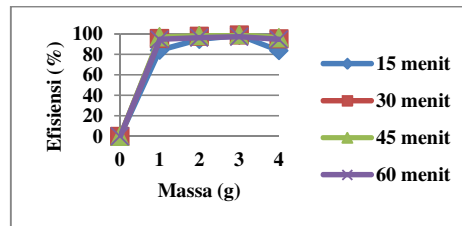


Gambar 1 Difraktogram PCC hasil sintesis dan CaCO_3 standar (ICDD 01-076-2713)

Difraktogram PCC hasil sintesis pada puncak dengan intensitas tertinggi terdapat pada sudut 2θ : $29,3920^\circ$, $39,3871^\circ$, $48,6288^\circ$. Fasa tertinggi yang muncul yaitu PCC dalam bentuk kalsit. Berdasarkan puncak-puncak yang muncul dari XRD tersebut dapat disimpulkan bahwa pola difraksi sinar-X pada senyawa kalsit sangat mirip dengan CaCO_3 standar (ICDD 01-076-2713) dan tidak ditemukan fase kristalin lainnya. Bahkan diperoleh puncak-puncak karakteristik senyawa hasil sintesis intensitasnya sangat cocok dengan standar CaCO_3 pada sudut 2θ : $29,386^\circ$, $39,389^\circ$, dan $48,481^\circ$.

B. Penentuan Massa Adsorben Maksimum dan Waktu Kontak Terhadap Efisiensi

Hasil percobaan masing-masing variasi massa adsorben dapat dilihat pada Gambar 2.



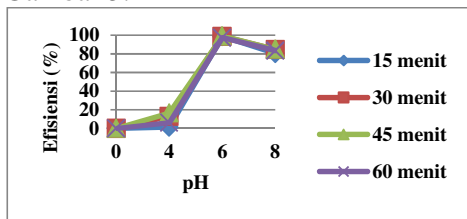
Gambar 2. Grafik Hubungan Antara Massa Adsorben dan Waktu Kontak Terhadap Efisiensi

Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan bahwa pada waktu kontak yang sama didapatkan efisiensi semakin meningkat dari massa 1 g hingga 3 g, kemudian efisiensi menurun pada massa 4 g. Pada percobaan ini dihasilkan nilai efisiensi yang paling tinggi untuk setiap variasi parameter massa adsorben adalah sebesar (97,193 % - 99,058 %) untuk massa 3 gram adsorben pada waktu kontak 45 menit, sementara massa 1, 2 dan 4 gram masing-masingnya sebesar (83,939 % - 96,989 %), (94,559 % - 98,203 %) dan (83,532 % - 96,274 %) pada waktu kontak 45 menit. Dari perbandingan efisiensi massa adsorben tersebut didapatkan bahwa terjadi penurunan efisiensi pada massa adsorben 4 g. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah massa adsorben mempengaruhi proses adsorpsi, dimana pada variasi massa yang tinggi terdapat interferensi (gangguan) di antara ruang pengikatan akibat penggumpalan adsorben pada massa yang tinggi dalam proses adsorpsi, sehingga permukaan aktif adsorben tidak seluruhnya terbuka dalam menyerap logam Zn dan menyebabkan berkurangnya luas permukaan aktif dari adsorben sehingga proses penyerapan tidak efektif yang

mengakibatkan berkurangnya efisiensi (Ahayla dkk, 2003).

C. Penentuan pH Larutan Maksimum dan Waktu Kontak Terhadap Efisiensi

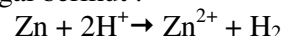
Hasil percobaan masing-masing variasi pH larutan dapat dilihat pada Gambar 3.



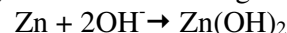
Gambar 3 Grafik Hubungan Antara pH Larutan dan Waktu Kontak Terhadap Efisiensi

Pada Gambar 3 di atas, menyatakan bahwa efisiensi penyerapan meningkat secara signifikan dari pH 4 hingga pH 6, kemudian efisiensi menurun pada pH 8. Efisiensi penyerapan paling tinggi terjadi pada pH 6 yaitu sebesar (83,532 % - 99,058 %), sementara pada pH 4 dan pH 8 masing-masingnya hanya sebesar (1,533 % - 16,553 %) dan (80,489 % - 84,818 %) pada waktu kontak 45 menit. Hal ini menunjukkan bahwa pH 6 merupakan pH maksimum dalam penyerapan PCC terhadap logam Zn yang disebabkan karena jumlah ion H^+ mulai berkurang dan permukaan PCC cenderung terionisasi dengan melepas ion H^+ kemudian permukaan adsorben menjadi negatif (Wirawan, 2008) sehingga terjadi interaksi elektrostatik antara permukaan PCC dengan ion Zn^{2+} . Namun terjadi penurunan efisiensi yang signifikan pada pH 4 yang disebabkan karena pada pH terlalu

rendah (pH 4) akibat penambahan CH_3COOH 0,5 N mengakibatkan permukaan adsorben dikelilingi oleh ion H^+ sehingga diduga terjadi persaingan antara ion H^+ dan ion logam yang dapat menghalangi ion logam untuk mencapai permukaan adsorben akibat adanya gaya penolakan (Horsfall & Spiff, 2004), reaksi pembentukan Zn dan H^+ sebagai berikut :



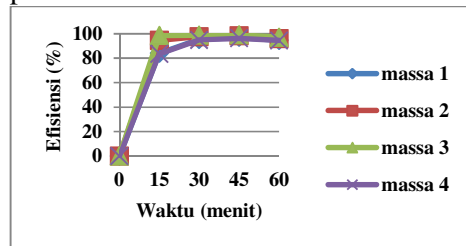
Pada pH yang semakin meningkat yaitu pH 8 terjadi penurunan efisiensi akibat penambahan NH_4OH 0,5 N karena jumlah ion OH^- dalam larutan bertambah dan Zn telah mengendap terlebih dulu sebagai hidroksidanya yaitu $Zn(OH)_2$. Keadaan ini kemungkinan terjadi juga karena pH makin tinggi maka akan bersifat basa sehingga kelarutan Zn makin kecil dan mulai terjadi pengendapan. Reaksi pembentukan logam Zn dengan OH^- adalah sebagai berikut :



Hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa pH 6 digunakan pada percobaan selanjutnya agar efisiensi penyisihan yang tinggi dapat diperoleh.

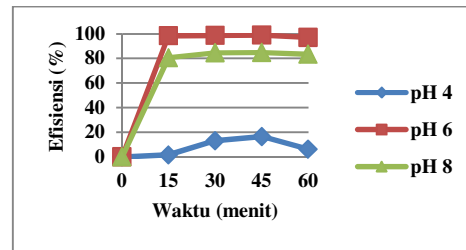
D. Penentuan Waktu Kontak Maksimum Terhadap Efisiensi

Hasil percobaan masing-masing variasi waktu kontak dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5.



Gambar 4 Grafik Hubungan Antara Waktu Kontak dan Massa Adsorben Terhadap Efisiensi

Berdasarkan Gambar 4 di atas, dapat diketahui bahwa penyerapan ion logam Zn dengan menggunakan PCC menghasilkan bentuk kurva dengan efisiensi penyisihan yang cukup tinggi pada waktu kontak awal yaitu 15 menit dengan massa 1 g hingga 4 g dan efisiensi yang didapatkan (83,532 % - 98,481%) antara larutan dengan PCC, kemudian diikuti peningkatan yang relatif lambat hingga kondisi maksimum dicapai. Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa adsorben masih mampu menyerap logam Zn hingga menit ke-60. Hal ini disebabkan karena secara umum efisiensi penyisihan semakin meningkat seiring berjalannya proses adsorpsi, namun terjadi penurunan efisiensi pada menit ke-60 dari (96,274 % - 99,058%) menjadi (94,503 % - 94,998%). Jadi dapat disimpulkan bahwa waktu kontak maksimum pada percobaan yang dilakukan terjadi pada menit ke-45 dengan efisiensi yang tertinggi yaitu sebesar (96,274 % - 99,058%).



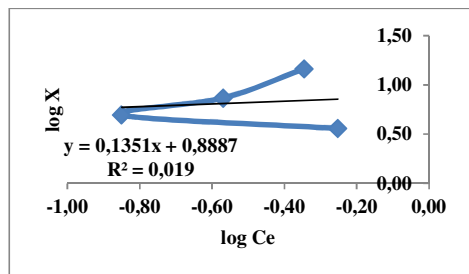
Gambar 5 Grafik Hubungan Antara Waktu Kontak dan pH Terhadap Efisiensi

Berdasarkan Gambar 5 di atas yang menunjukkan bahwa dengan pH yang sama didapatkan efisiensi yang meningkat dari waktu 15 menit ke 45 menit sebesar (1,533 % - 99,058 %) dan terjadi penurunan efisiensi pada waktu 60 menit sebesar (6,266 % - 97,193 %) dengan bentuk kurva yang didapatkan hampir sama dengan Gambar 4, dimana terjadi penurunan efisiensi setelah menit ke 45. Hal ini dikarenakan pada menit ke 60 sudah mencapai waktu kesetimbangan atau mencapai titik jenuh, dimana waktu kesetimbangan berada pada range 15 menit hingga 10 hari (Cossich dkk, 2002). Menurut teori tumbukan, kecepatan reaksi tergantung pada jumlah tumbukan persatuan waktu. Makin banyak tumbukan yang terjadi maka reaksi semakin cepat berlangsung sampai terjadi kondisi setimbang. Kesetimbangan merupakan kondisi yang menghasilkan nilai yang tetap dimana tidak ada lagi yang diserap maupun larut kembali dari dalam larutan (Afrianita, 2014). Waktu ketika laju adsorpsi adalah sama dengan laju desorpsi sering disebut sebagai keadaan berkesetimbangan. Secara umum waktu kesetimbangan dipengaruhi oleh tipe biomasa (jumlah dan jenis ruang pengikatan),

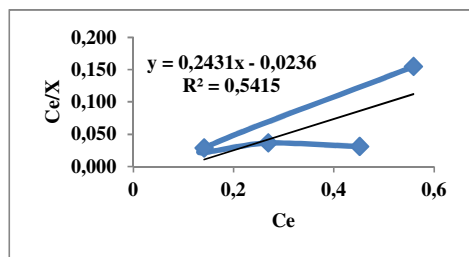
ukuran dan fisiologi biomasa (aktif atau tidak aktif), serta ion yang terlibat dalam sistem adsorpsi (Cossich dkk, 2002).

E. Penentuan Jenis Isoterm Adsorpsi yang Sesuai

Data yang dievaluasi pada isoterm adsorpsi ini hanya diambil dari hasil percobaan yang menentukan konsentrasi Zn maksimum yaitu pada waktu 45 menit dan pH 6. Hasil penelitian dalam menentukan jenis isotherm adsorpsi dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9.



Gambar 8 Grafik Linearisasi Isoterm Freundlich



Gambar 9 Grafik Linearisasi Isoterm Langmuirs

Gambar 8 dan 9 menunjukkan bahwa pengujian data-data dengan menggunakan isoterm model Langmuir dan Freundlich menunjukkan garis linearisasi yang baik untuk penyerapan menggunakan PCC. Namun pada isoterm Langmuir memiliki nilai R^2 lebih baik dibandingkan isoterm Freundlich, yaitu menghasilkan nilai

$R^2 = 0.541$ untuk isoterm Langmuir dan $R^2 = 0.019$ untuk isoterm Freundlich. Oleh karena itu proses adsorpsi PCC terhadap ion logam Zn diasumsikan lebih mengikuti isoterm Langmuir sebagai model kesetimbangannya. Nilai R^2 dari isoterm Langmuir yang didapatkan cukup kecil dikarenakan pada saat penentuan jenis isoterm seharusnya diperlukan penambahan variabel suhu agar didapatkan nilai korelasi yang diinginkan atau nilai R^2 yang didapatkan mendekati 1. Dari penjelasan diatas menunjukkan bahwa jenis isoterm adsorpsi yang terpilih diasumsikan isotherm Langmuir yang mempunyai lapisan *monolayer* (lapisan tunggal).

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian adsorpsi logam seng (Zn) menggunakan *Precipitated Calcium Carbonate* (PCC) dari limbah cangkang kerang lokan (*Geloina expansa*) didapat efisiensi tertinggi yaitu pada pH 6, massa adsorben 3 gram dan waktu kontak 45 menit dengan efisiensi 99,058% dengan kapasitas penyerapan tertinggi yaitu 6,295 hingga 7,274 mg Zn/gr PCC yaitu pada massa 1 gram, pH 6 dan volume larutan 500 mL. Jenis isoterm adsorpsi pada penelitian ini diduga mendekati Isoterm Langmuir yang membentuk lapisan tunggal (*monolayer*) dan mempunyai nilai koefisien korelasi (R^2) sebesar 0,541. Sedangkan analisa menggunakan instrument *X-Ray Diffraction* (XRD) didapatkan bahwa pada puncak-puncak intensitas tertinggi menunjukkan struktur kristal PCC berbentuk *calcite*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahayla, N., Ramachandra, T.V., dan Kanamadi, R.D. 2003. Biosorption of Heavy Metals. *Journal Of Chemistry And Environment*, Vol.7, No.4.
- Ahayla, N., Ramachandra, T.V., dan Kanamadi, R.D. 2005. Biosorption of Chromium VI from Aqueous Solution by The Husk of Bengal Gram (Cicer Arientinum). *Electronic Journal of biotechnology*. Vol 8, No. 3.
- Arrafiq, M.S. 2015. *Sintesis Hidroksiapatit Limbah Kulit Kerang Lokan (Geloina expansa) dengan Metode Hidrotermal*. Skripsi. Teknik Kimia. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Afriana, R., Dewilda, Y., dan Fitri, R. 2013. Efisiensi Dan Kapasitas Penyerapan *Fly Ash* sebagai Adsorben dalam Penyisihan Logam Timbal (Pb) Limbah Cair Industri Percetakan Di Kota Padang. *Jurnal Teknik Lingkungan*, Vol. 1, No.10, Januari 2013, Hal.1-10.
- Bai, R.S. dan Abraham, E. 2001. Biosorption of Cr (VI) from Aqueous Solution by *Rhizopus nigricans*, Biores. Tech.,79:73-81.
- Cossich, E.S., Taveres, C.R.G., dan Ravagnani, T.M.K. 2002. Biosorption of Chromium (III) by *Sargassum* sp. Biomass. *Electronics Journal of Biotechnology*, Vol. 5, No.2.
- Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap. 2012. *Statistika Perikanan Tangkap Indonesia 2012*. Kementrian Perikanan Dan Kelautan Indonesia. Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap. Jakarta.
- Horsfall, M. dan Spiff, A.I. 2004. Effect of Metal Ion Concentration on The Biosorption of Pb^{2+} and Cd^{2+} by *Caladium bicolor* (wild cocoyam). *African Journal of biotechnology*. Vol 4 Hal. 191-196.
- Indrawati, L. 2009. *Aktivasi Abu Layang Batubara dan Aplikasinya pada Proses Adsorpsi Ion Logam Cr dalam Limbah Elektroplating*. Tugas Akhir II. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Priadi, CP., Anita., Putri NS., dan Setyo SM. 2014. Adsorpsi LogamSeng dan Timbal Pada Limbah Cair Industri Keramik Oleh Limbah Tanah Liat Reaktor, Vol. 15 No. 1, April 2014, Hal. 10-19.
- Shaw., dan Duncan, J. 1999. *Introduction to Colloid and Surface Chemistry*, 4th Edition, Butter worthm Heinemann.
- Syafrima, W., Helwani, Z., dan Zultinir. 2015. Synthesis of Hidroxyapatite Particels from Blood Calm Shells (*Anadara granosa*) by Hydrothermal Method on the variation of pH and temperature operation. *Journal of Chemistry*, Vol. 2, No.2, Oktober 2015, Hal.1-8.
- Wirawan, T., dan Lestari, S. 2008. Pemanfaatan Arang Hayati Aktif Tempurung Jarak Pagar (*Jatropha curcas* l) sebagai Adsorben Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu), *Jurnal Ilmiah Mahakam*, (7), 59-67.