

Pemanfaatan *Precipitated Calcium Carbonate* (PCC) Dari Limbah Cangkang Kerang Darah (*Anadara Granosa*) Sebagai Adsorben Pengolahan Air Gambut

Dini Aulia Sari Ermal¹⁾, Shinta Elystia²⁾, Yelmida Aziz³⁾

¹⁾Mahasiswa Teknik Lingkungan S1 ²⁾Dosen Teknik Lingkungan S1 ³⁾Dosen Teknik Kimia D3

Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya, Jl. HR Soebrantas, Km.12,5, Panam – Pekanbaru
Email: dini.cinanduang15@gmail.com

ABSTRACT

Peat water is surface water which has a dark brown to black, has a very high organic content, and acidic. There are negative effects if used directly and continuously without processing. This is because in the peat water was found humic acid compound that makes the peat water has these characteristics. One effort to decrease the concentration of humic acid is through adsorption method. The adsorbent that used was precipitated Calcium Carbonate (PCC) which originate from waste shells blood. Variable that was given in this research consisted by mass variation PCC 1, 3, 5, and 7, the stirring speed of 50, 100, and 150 rpm and a contact time of 15, 30, 45 and 60 minutes. The maximum state was reached on the mass of PCC 5 grams, stirring speed of 150 rpm, and a contact time of 30 minutes with the adsorption efficiency of 99.86% . Decreasing concentration of adsorption of organic substances (humic acid) of 1450 mg / L to 2,07 mg / L. From this research PCC is able to adsorb organic substances (humic acid) so that the results that was obtained accordingly with some parameters PERMENKES 416 / Menkes / PER / IX / 1990.

Keywords: Adsorption, Peat Water, Shells of mussels blood, PCC

PENDAHULUAN

Provinsi Riau memiliki luas wilayah sekitar 8,9 juta hektar dengan luas lahan gambut 4,1 juta hektar atau sekitar 46% dari total luas wilayah Provinsi Riau. Lahan gambut yang ada di Provinsi Riau, sebagian besar tergolong gambut dalam atau memiliki ketebalan lebih dari 3 meter

(Suwardi, 2014). Lahan gambut mempunyai fungsi hidrologis, yaitu sebagai tempat penyimpanan air yang diperkirakan 1m³ gambut mampu menyimpan air sebesar 845 liter. Lahan gambut mampu menyerap air sampai 13 kali lipat dari bobotnya, sehingga air gambut merupakan salah

satu sumberdaya air permukaan yang sangat potensial untuk dimanfaatkan sebagai kebutuhan domestik dan pertanian (Aris, 2015). Air rawa gambut merupakan air permukaan yang banyak terdapat pada daerah berawa dan pasang surut. Air rawa gambut merupakan air yang telah terkontaminasi oleh bahan-bahan organik yang ada di dalam tanah (Sanjaya, 2013). Kandungan utama di dalam air gambut adalah kelompok senyawa humus yaitu asam humat, asam fulvat, dan humin dan didominasi oleh senyawa humat, yang bersifat sulit dirombak oleh mikroorganisme atau bersifat *nondegradable* (Eri, 2009).

Air gambut secara umum tidak memenuhi persyaratan kualitas air bersih yang distandarkan oleh Departemen Kesehatan RI melalui PERMENKES No.416/ MENKES /PER/IX/1990.

Salah satu teknologi alternatif yang dapat diaplikasikan adalah metoda adsorpsi. Adsorpsi diketahui merupakan teknologi yang paling efisien untuk menghilangkan zat organik, warna, bau, dan minyak (Suseno, 2012). Salah satu tantangan dari teknologi adsorpsi adalah pemilihan alternatif adsorben yang ekonomis dan efisien untuk meminimalisir biaya operasi di negara berkembang (Priadi, 2014). Dewasa ini sedang dikembangkan penggunaan adsorben alternatif yang berasal dari alam. Limbah cangkang kerang darah telah menarik perhatian untuk digunakan sebagai adsorben alam.

Provinsi Riau menghasilkan kerang sebanyak 34.388.500 selama

tahun 2012. Produksi kerang darah di Provinsi Riau mulai dari tahun 2010 hingga 2012 terjadi peningkatan setiap tahunnya yaitu mencapai 11.014 ton pada tahun 2010, dan meningkat menjadi 11.342,3 ton pada tahun 2012.

Cangkang kerang darah memiliki kandungan CaCO_3 yang akan diolah menjadi adsorben PCC (*Precipitated Calcium Carbonate*). PCC merupakan produk pengolahan material alam yang mengandung kalsium karbonat melalui serangkaian reaksi kimia. Produk yang dihasilkan berwarna putih dan mempunyai ukuran partikel yang kecil dan seragam (Jamarun et al, 2009).

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* (Rahmawati, 2015), Suhu kamar (24-27°C)

Variabel Berubah

Variabel berubah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

- a. Massa Adsorben 1, 3, 5 dan 7 gram.
- b. Kecepatan Pengadukan 50,100,dan 150 rpm

- c. Waktu Kontak 15, 30, 45 dan 60 menit.

B. Prosedur Penelitian

Pembuatan Adsorben *Precipitated Calcium Carbonate* (Azis *et al*, 2015)

Limbah cangkang Kerang darah yang telah bersih dan dalam keadaan kering dengan ukuran +100 sampai -120 *mesh*, di kalsinasi 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 *stirer* selama 30 menit setelah itu disaring. Filtrat yang didapat pada proses penyaringan dipanaskan pada suhu 60 °C dan diatur sampai pH 12 dengan penambahan NH₄OH pekat lalu disaring kembali. Filtrat yang didapatkan akan diendapkan dengan menambahkan gas CO₂ secara perlahan hingga pH filtrat menjadi 8 dan terlihat endapan berwarna putih (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.

Percobaan Utama

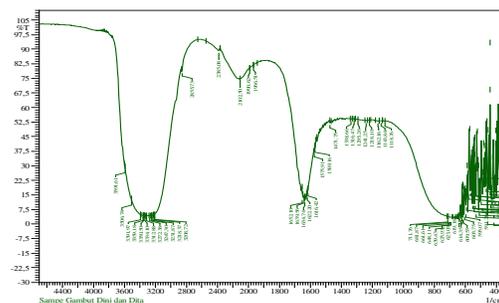
Tahapan ini dimulai dengan memvariasikan massa PCC yaitu 1, 3, 5, dan 7 gram dimasukkan pada gelas piala yang telah berisi air gambut sebanyak 100 ml, kemudian atur

kecepatan pengadukan yang diawali dengan 50 rpm dan varaisi waktu kontak yang dimulai dengan 15, 30, 45, dan 60 menit. Setelah dilakukanya pengadukan setiap hasil yang diperoleh diukur kandungan zat organik air gambut yang terlebih dahulu dilakukanya proses pengendapan selama 1 hari. Eluenya diambil untuk mencari efisiensi penyisihan zat organik yang terkandung pada air gambut tersebut. Proses ini berlaku untuk kecepatan 100, dan 150 rpm.

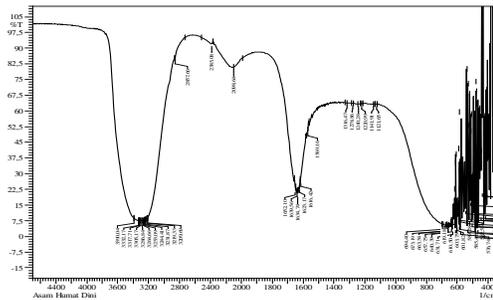
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Komponen Utama Air Gambut

Karakteristik air gambut tersebut menyebabkan perbedaan konsentrasi serta komponen - komponen yang ada pada air gambut. Dari analisis menggunakan spektroskopi FTIR, diketahui bahwa komponen utama air gambut adalah asam humat. Spektrum FTIR hasil analisis air gambut dan spektrum asam humat standar ditampilkan pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1 FTIR Air Gambut



Gambar 2 FTIR Asam Humat

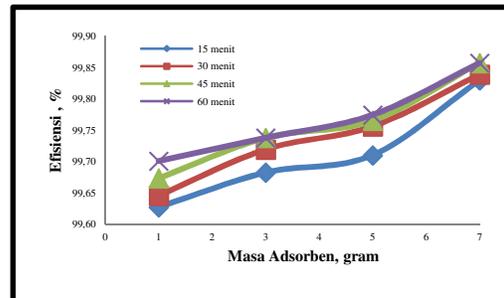
Analisis dengan menggunakan FTIR didapatkan serapan utama dari asam humat berupa serapan C=O dari gugus karboksilat pada 1675 cm^{-1} , serapan OH fenolik pada angka gelombang 3506 cm^{-1} . Serapan gugus =C-H tak jenuh atau aromatik pada angka gelombang 3000an tertutup oleh serapan gugus OH yang sangat lebar dari 2800 sampai 3600 cm^{-1} . Dari analisis spektrum FTIR asam humat dan spektrum FTIR dari air gambut, terbukti bahwa air gambut yang diambil dari daerah Garuda Sakti mengandung asam humat. Hal ini sesuai dengan yang dilaporkan Suherman (2013), bahwa komponen utama penyusun air gambut adalah asam humat (*humic acid*)

B. Hubungan Variabel terhadap Nilai Efisiensi

1. Hubungan antara Massa Adsorben terhadap Nilai Efisiensi

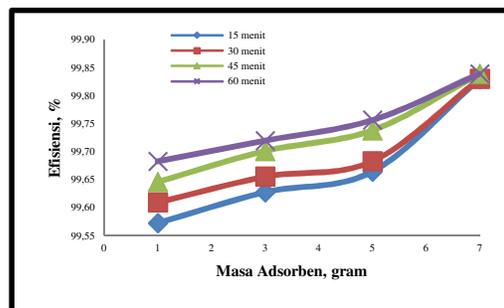
Pengaruh jumlah adsorben merupakan parameter penting karena dapat menentukan kapasitas adsorben pada konsentrasi awal adsorbat (Anjani, 2014). Hasil pengukuran konsentrasi zat organik terhadap

variasi massa dapat dilihat pada Gambar 3 a, b, dan



Gambar 3 a) Hubungan antara Massa Adsorben dengan Nilai Efisiensi Konsentrasi pada Kecepatan 50 rpm

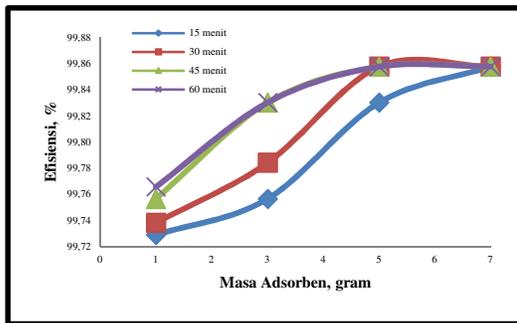
Berdasarkan Gambar 3 a, menunjukkan hasil setelah adsorpsi untuk massa 1,3, 5, dan 7 gram diperoleh peningkatan nilai efisiensi penyerapan zat organik yaitu sebesar 99,57% sampai 99,84 %



Gambar 3 b) Hubungan antara Massa Adsorben dengan Nilai Efisiensi Konsentrasi pada Kecepatan 100 rpm

Pada Gambar 3 b kestabilan proses penyerapan mulai terjadi, dimana pada massa 1, 3, dan 5 diperoleh peningkatan nilai efisiensi penyerapan zat organik berkisar 99,63% sampai 99,86 %, namun pada massa 7 gram dengan waktu kontak 45 dan 60 menit telah dihasilkan

kondisi setimbang. Dapat dilihat pada grafik bahwa tidak terdapat peningkatan penjerapan sehingga didapatkan konsentrasi zat organik 2,07 mg/l dengan efisiensi 99,86%.



Gambar 3 c) Hubungan antara Massa Adsorben dengan Nilai Efisiensi Konsentrasi pada Kecepatan 150 rpm

Kondisi ini juga terjadi terjadi pada Gambar 3 bagian c, dengan kecepatan pengadukan yang lebih cepat, massa 3 gram dengan waktu kontak 45 menit telah terlihat kurangnya penjerapan zat organik oleh PCC dan pada massa 5 gram dengan waktu kontak 30 menit penjerapan zat organik menghasilkan konsentrasi tetap yaitu 2,07 mg/l yang memiliki nilai efisiensi 99,86 %.

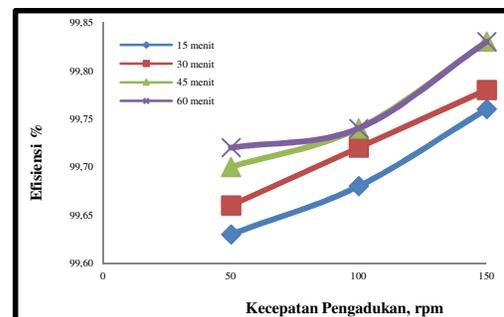
Hasil penelitian dengan membandingkan ratio massa : volume pada penelitian Darmayanto, (2009) dengan massa 3 gram : volume 50 ml mendapatkan kondisi maksimum, namun pada penelitian ini didapatkan massa maksimum 5 gram : volume air 100 ml, sehingga apabila dilihat dari perbandingan ratio 5 : 100 ml lebih bagus penjerapannya dari pada 3 : 50 ml ampel air gambut.

Kondisi ini mengindikasikan bahwa jumlah adsorben mempengaruhi proses adsorpsi,

semakin bertambahnya massa menyebabkan adsorben telah mencapai titik jenuh atau permukaan adsorben telah terisi oleh adsorbat. Pada massa 7 gram, adsorben telah berada pada kondisi jenuh, berdasarkan nilai % efisiensi telah mencapai kondisi tetap. Karakteristik ini sesuai dengan pernyataan Anjani (2014), dimana jumlah molekul adsorbat yang berikatan dengan adsorben semakin sedikit. Pada penelitian ini dijelaskan dengan kondisi PCC yang telah berada dalam kondisi jenuh diperlihatkan dengan nilai konsentrasi penjerapan zat organik dan efisiensi penjerapan tidak mengalami perubahan.

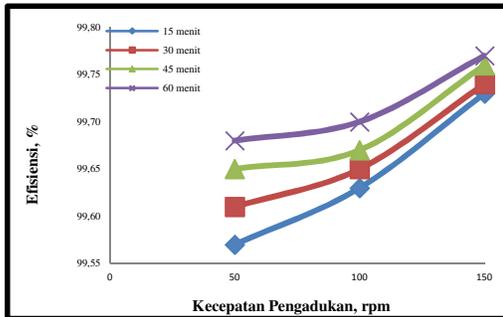
2. Hubungan antara Kecepatan Pengadukan terhadap Nilai Efisiensi

Dalam penelitian ini yang dibahas adalah pengaruh kecepatan pengadukan terhadap efisiensi konsentrasi zat organik pada air gambut. Kecepatan pengadukan dimaksudkan untuk memberi kesempatan pada partikel untuk bersinggungan (Indra, 2008). Dapat dilihat pada Gambar 4 a, b, c, dan d



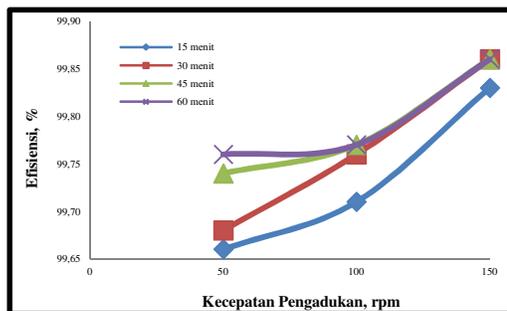
Gambar 4 a) Hubungan antara Kecepatan Pengadukan dengan Nilai Efisiensi Konsentrasi pada Massa 1

Gambar 4 a dengan kecepatan 50, 100 dan 150 rpm terhadap massa 1 gram mengalami proses peningkatan nilai efisiensi yaitu 99,57% sampai 99,73%. Kondisi ini menyatakan penjerapan zat organik oleh PCC



Gambar 4 b) Hubungan antara Kecepatan Pengadukan dengan Nilai Efisiensi Konsentrasi pada gram Massa 3 gam,

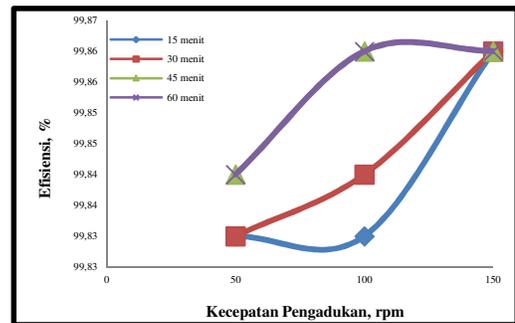
Pada Gambar 4 b juga memperlihatkan peningkatan efisiensi dengan semakin cepatnya proses pengadukan, nilai efisiensi terus meningkat yaitu 99,63% sampai 99,83 %



Gambar 4 c) Hubungan antara Kecepatan Pengadukan dengan Nilai Efisiensi Konsentrasi pada Massa 5

Pada Gambar 4. c memperlihatkan peningkatan nilai

efisiensi hingga mencapai kondisi maksimum penjerapan oleh PCC, dimana dengan kecepatan 150 rpm pada massa 5 gram dimulai dari waktu kontak 30 menit telah mendapatkan nilai efisiensi sebesar 99,86 %,



Gambar 4 d) Hubungan antara Kecepatan Pengadukan dengan Nilai Efisiensi Konsentrasi pada Massa 7 gram

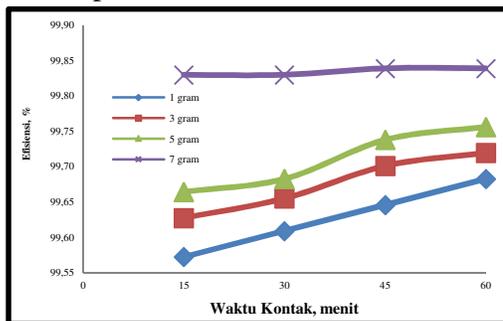
Kondisi ini juga terjadi pada pada gambar 4 d memperlihatkan pencapaian nilai efisiensi tertinggi yaitu 99,86% pada kecepatan pengadukan 100 rpm dan 150 rpm dan tidak mengalami perubahan dari hasil efisiensi sebelumnya.

Diperkirakan pada kecepatan 50 dan 100 rpm pada massa 1 dan 3 partikel-partikel antara adsorben dan adsorbat belum sempurna mengalami proses penjerapan. Hal ini dikarenakan kecepatan pengadukan yang relatif kecil membuat adsorbat akan sukar menembus lapisan *film* antara permukaan adsorben dan *film diffusion* yang merupakan faktor pembatas yang memperkecil kecepatan penyerapan, dan jika pengadukan sesuai maka menaikkan *film diffusion* sampai titik *por*

diffusion yang merupakan faktor pembatas dalam sistem *batch* dilakukan dengan pengadukan yang tinggi (Asip, 2008). Kecepatan pengadukan 150 rpm pada gambar 4.5 bagian c telah mencapai kondisi maksimum. Hal ini dikarenakan dengan bantuan pengadukan cepat, fluida akan bergerak lebih cepat sehingga kontak antara fluida dengan adsorben lebih sering dan merata (Suhartono, 2011). Hal ini juga sesuai dengan pernyataan (Syauqiah, 2011) bahwa pengadukan menyebabkan partikel-partikel antara zat terlarut dengan pelarut akan semakin sering untuk bertabrakan, ini menyebabkan proses pelarutan menjadi semakin cepat.

3. Hubungan antara Waktu Kontak terhadap Nilai Efisiensi

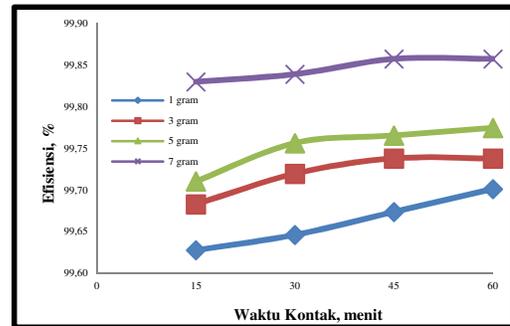
Waktu kontak menjadi salah satu faktor dalam pencapaian kondisi maksimum pada penjerapan zat organik pada air gambut. Hasil pengukuran konsentrasi zat organik terhadap variasi waktu kontak dapat dilihat pada Gambar 5 a,b, dan c



Gambar 5 a) Hubungan antara Waktu Kontak dengan Nilai Efisiensi Konsentrasi pada Kecepatan 50 rpm

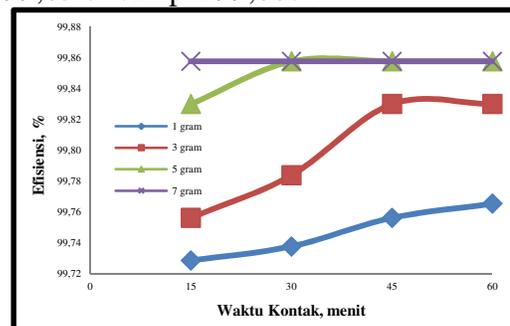
Berdasarkan Gambar 5 a bagian a menunjukkan bahwa setelah

proses adsorpsi pada waktu kontak 15, 30, 45 dan 60 menit, didapatkan hasil penjerapan yang terus meningkat namun % efisiensi tidak terlalu jauh mengalami perubahan, terbukti dengan rentang efisiensi berturut-turut adalah 99,57 % sampai 99,84%.



Gambar 5 b) Hubungan antara Waktu Kontak dengan Nilai Efisiensi Konsentrasi pada Kecepatan 100 rpm

Gambar 5 b juga menunjukkan bahwa setelah proses adsorpsi pada waktu kontak 15, 30, 45 dan 60 menit, didapatkan hasil penjerapan yang terus meningkat dengan % efisiensi tidak terlalu jauh berubah, dengan rentang efisiensi berturut-turut adalah 99,63 % sampai 99,86%.



Gambar 5 c) Hubungan antara Waktu Kontak dengan Nilai Efisiensi Konsentrasi pada Kecepatan 150 rpm

Apabila dibandingkan dengan Gambar 5 c, pada waktu kontak 30

menit, massa PCC 5 gram telah mencapai keadaan yang setimbang. Pada percobaan ini hasil konsentrasi zat organik terendah adalah 2,07 mg/l dengan efisiensi tertinggi 99,86%. Dari grafik tersebut terlihat bahwa waktu kontak mempengaruhi penyerapan zat organik oleh PCC. Banyaknya zat organik yang diserap relatif mengalami kenaikan sesuai dengan perubahan waktu hingga mencapai kondisi setimbang.

Pada pengamatan yang meliputi waktu kontak, dapat disimpulkan bahwa waktu kontak optimum pada percobaan yang dilakukan terjadi pada menit ke-30. Hal ini disebabkan zat organik telah banyak terakumulasi pada lapisan film adsorben sehingga penyerapan semakin lambat dari waktu sebelumnya. Adapun dalam percobaan aplikasi tetap dilakukan selama 60 menit waktu pengamatan dengan variasi waktu kontak setiap 15 menit. Hal ini juga bertujuan untuk mengamati perubahan proses adsorpsi sampel air gambut dengan adsorben PCC. Didapatkan hasil efisiensi yang tidak berubah dari waktu kontak 45, dan 60 menit. Sesuai dengan pernyataan Afrianita (2014), bahwa kondisi yang menghasilkan nilai yang tetap dimana tidak ada lagi yang diserap maupun larut kembali dari dalam larutan. Kondisi ini disebut sebagai kesetimbangan dinamis.

C. Hasil Uji Anova

Hasil efluen yang diperoleh dari penyerapan PCC dengan penyerapan tertinggi terjadi pada kecepatan pengadukan 150 rpm,

massa 5 gram dan waktu kontak 30 menit yaitu 2,07 mg/l dengan efisiensi 99,86% sedangkan efisiensi penyerapan terendah terjadi pada kecepatan pengadukan 50 rpm, massa 1 gram dan waktu kontak 15 menit yaitu 6,20 mg/l dengan efisiensi 99,57%.

Kesesuaian dengan penelitian (Cossich et al, 2002) yang menyatakan bahwa penyisihan bisa dibagi atas dua tahap, yaitu tahap pertama laju penyisihan yang sangat cepat, kemudian diikuti dengan tahap kedua dengan laju penyisihan yang lebih lambat. Karakteristik ini juga terjadi pada penelitian ini.

Setelah diproses data hasil penurunan konsentrasi zat organik menggunakan adsorben PCC, data tersebut dilakukan uji statistik menggunakan anova dengan SPSS 16, yang dilakukan pengujian adalah pengaruh antara tiga variabel yaitu massa, kecepatan pengadukan dan waktu kontak PCC untuk menurunkan konsentrasi zat organik dan melakukan uji normalitas untuk mengetahui apakah data yang diperoleh normal atau tidak normal.

Berdasarkan hasil uji statistik anova dengan menggunakan taraf signifikan $\alpha = 5\%$ maka didapatkan pengaruh massa PCC, kecepatan pengadukan dan waktu kontak memiliki nilai $\text{sig}_{(0,00)} < 0,05$ dan H_0 ditolak sehingga massa PCC, kecepatan pengadukan dan waktu kontak memberikan pengaruh signifikan terhadap penurunan kadar zat organik. Dimana berdasarkan pengujian anova didapatkan R-Square pada output sebesar 91,2% yang

menerangkan bahwa faktor massa PCC, kecepatan pengadukan dan waktu kontak mempengaruhi zat organik sebesar 91,2% sisanya dipengaruhi oleh faktor yang tidak diketahui. Pada uji lanjutan Duncan diperoleh massa yang paling berpengaruh adalah 1 gram PCC yaitu 4,65%, kecepatan pengadukan 50 rpm yaitu 4,17% dan waktu kontak 15 menit yaitu 3,96%

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian mengenai penyerapan zat organik dengan menggunakan PCC (*Precipitated Calcium Carbonate*) sebagai adsorben dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisa menggunakan instrument Spektroskopi FTIR didapatkan bahwa komponen utama dari air gambut adalah asam humat.
2. Hasil efisiensi yang diperoleh dalam penyerapan zat organik oleh PCC didapatkan dari konsentrasi mula-mula adalah 1450 mg/l dan hasil efluen terbaik adalah 2,07 mg/l, sehingga diperoleh nilai efisiensi tertinggi adalah 99,86% pada kecepatan pengadukan 50 rpm, massa 5 gram dengan waktu kontak 30 menit dan nilai efisiensi terendah adalah 99,57% pada kecepatan pengadukan 50 rpm, massa 1 gram, waktu kontak 15 menit.
3. Dari hasil uji ANOVA ketiga variabel memiliki masing-

masing pengaruh dan terjadi perbedaan yang signifikan. Untuk variable waktu kontak kondisi yang sangat berpengaruh pada penurunan mg/l zat organik adalah menit ke 15, lalu untuk massa 1 gram dan kecepatan pengadukan 50 rpm dengan pengaruh yang diberikan oleh ketiga variable sebesar 91,2%.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianita, R. Anita, S. dan Hanifah, T.A. 2014. Potensi Fly Ash Sebagai Adsorben Dalam Menyisihkan Logam Berat Cromium (Cr) Pada Limbah Cair Industri. *Jurnal Teknik Unand* 11 (1) : 67-73
- Asip. 2008. Uji Efektifitas Cangkang Telur Dalam Mengadsorpsi Ion Fe Dengan Proses Batch. *Jurnal Teknik Kimia*, No. 2, Vol. 15.
- Azis, Y., N. Jamarun., S. Arief dan H. Nur. 2015. Facile Synthesis of Hidroxyapatite Particels from Cockle Shells (*Anadara granosa*) by Hidrothermal Method. *Journal of Chemistry*, 31(2).
- Cossich. Sala, E., Tavares., Granhen, R.C, dan Ravagnani. 2002. Biosorption of Chromium (III) by *Sargassum* sp. Biomass. *Electronics Journal of Biotecchnology*, Vol.5, No.2
- Darmayanto. 2009. *Penggunaan Serbuk Tulang Ayam Sebagai Penurun Intensitas Warna Air*

- Gambut*. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Aris., Hasbi. M, dan Budijono. 2015. The Use Of Continuous System Processor For Reducing Color And Turbidity Content In The Peat Water. *Jurnal Online Mahasiswa*
- Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap (DJPT). 2011. *Statistika Perikanan Tangkap Indonesia 2010*. Kementerian Perikanan Dan Kelautan Indonesia. Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap. Jakarta.
- Eri, S.I dan Wahyono, H. 2009. *Kajian Pengolahan Air Gambut Menjadi Air Bersih Dengan Kombinasi Proses Upflow Anaerobic Filter Dan Slow Sand Filter*. Thesis FTSP-ITS
- Jamarun, N., Yulfitri, dan S. Arief. 2007. Pembuatan Precipitated Calcium Carbonate (PCC) dari Batu Kapur dengan Metoda Kaustik Soda. *Jurnal Riset Kimia*, 1(1): 20-24.
- Indra, W. 2008. *Adsorpsi*. <https://indrawibawads.files.wordpress.com/>. (Diakses tanggal 14-4-2016)
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416 Tahun 1990 Tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air
- Priadi, C.R, Anita, Sari., P.N, dan Moersidi., S.S. 2014. Adsorpsi Logam Seng Dan Timbal Pada Limbah Cair Industri Keramik Oleh Limbah Tanah Liat. Reaktor, *Jurnal Teknik Lingkungan* Vol.15, No.1 Hal.10-19
- Rahmawati. 2015. *Sintesa Precipitated Calcium Carbonate (Pcc) Dari Cangkang Kerang Darah (Anadara Granosa) Dengan Variasi Ukuran Partikel Dan Waktu Karbonasi*. Skripsi. Universitas Riau
- Sanjaya, H., Arief S., dan Alif, A. 2013. Pembuatan Lapisan Tipis TiO₂ Pada Plat Kaca dengan Metoda Dipcoating dan Uji Aktivitas Fotokatalisnya Pada Air Gambut. *Jurnal Universitas Negeri Padang*
- Suseno, H. Prasetyo. 2012. Pengurangan Chemical Oxygen Demand (COD) dan Krom dalam Air Limbah Industri Penyamakan Kulit menggunakan Abu Terbang Bagas. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi*. Hal 270-278.
- Syauqiah, I., Amalia, M, dan Kartini, A, H. 2011. Analisis Variasi Waktu dan Kecepatan Pengaduk Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat dengan Arang Aktif. *Jurnal* Volume 12 No. 1
- Suherman D. dan Sumawijaya N. 2013. Menghilangkan Warna dan Zat Organik Air Gambut dengan Metode Koagulasi-Flokulasi Suasana Basa. *Ris. Geo. Tam* Vol. 23, No.2.

- Suhartono,J,. Noerslim,C,.
Mustari,P.L, dan Olivia,D.M.
2011. Pengruh Kecepatan
Pengadukan melalui Proses
Adsorpsi Menggunakan Arang
Tulang Aktif. *Prosiding
Seminar Nasional Teknik
Kimia*. Institut Teknologi
Nasional. Hal B01-6
- Suwardi. 2014. Pemanfaatan Lahan
Gambut Riau Bisa Diatasi
Dengan Ekohidro. [http://
Pemanfaatan Lahan Gambut
Riau Bisa Diatasi dengan
Ekohidro – Kabar24
Bisnis.com.html](http://PemanfaatanLahanGambutRiauBisaDiatisidenganEkohidro-Kabar24Bisnis.com.html)
- Yamin,S. dan Kurniawan,H. 2009.
*SPSSCompleteTeknik Analaisa
Statistik Terlengkap dengan
Software SPSS*. Jakarta.
Salmeba Infotek