

Pengaruh Aktivator dan Waktu Kontak Terhadap Kinerja Arang Aktif Berbahan Eceng Gondok (*Eichornia crossipes*) Pada Penurunan COD Limbah Cair Laundry

Dalas Gumelar*, Yusuf Hendrawan dan Rini Yulianingsih
Jurusan Keteknikaan Pertanian - Fakultas Teknologi Pertanian - Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, Malang 65145

*Penulis Korespondensi, Email: dalasngachow@gmail.com

ABSTRAK

Eceng gondok adalah tanaman perairan yang mampu menyesuaikan diri terhadap perubahan lingkungan dan berkembang biak secara cepat sehingga kebanyakan masyarakat menganggapnya sebagai gulma perairan. Air limbah *laundry* mengandung bahan kimia dengan konsentrasi yang tinggi antara lain fosfat, surfaktan, ammonia dan nitrogen serta kadar padatan terlarut, kekeruhan, BOD (*Biological Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) tinggi. Karbon aktif merupakan bahan kimia yang saat ini banyak digunakan dalam industri yang menggunakan proses adsorpsi dan purifikasi. Pada umumnya karbon aktif dibuat melalui proses aktivasi dengan menambahkan bahan-bahan kimia. Beberapa jenis senyawa kimia yang sering digunakan dalam industri pembuatan karbon aktif adalah ZnCl_2 , KOH, H_2SO_4 , dan HCl. Masing-masing jenis aktivator akan memberikan efek/pengaruh yang berbeda-beda terhadap luas permukaan maupun volume pori-pori karbon aktif yang dihasilkan. Karbon aktif eceng gondok hasil perendaman HCl 5M memiliki luas permukaan yang paling baik sebesar 842.04 m^2/gr dibandingkan dengan adsorben komersial yang hanya memiliki luas permukaan sebesar 26.038 m^2/gr . Kadar COD rata-rata dari limbah laundry sebesar 785.39 mg/L. Waktu kontak yang baik untuk menurunkan kadar COD pada penelitian ini adalah pemberian adsorben 5M selama 120 menit pada limbah laundry. Kualitas adsorben eceng gondok hasil perendaman HCl 5M sama baiknya dengan adsorben komersial karena hasil uji T menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata.

Kata kunci: Adsorben, eceng gondok, limbah *laundry*, luas permukaan, penurunan COD

Effect of Activators and Contact Time on Performance Activated Charcoal made from Water Hyacinth (*Eichornia crossipes*) in Decline of COD Laundry Liquid Waste

ABSTRACT

Water plants water hyacinth is capable of adapting to the changing environment and proliferate rapidly until most people consider it a weed waters. Laundry waste water containing chemicals with high concentrations of other phosphates, surfactants, ammonia and nitrogen as well as the rate of dissolved solids, turbidity, BOD (*Biological Oxygen Demand*) and high COD (*Chemical Oxygen Demand*). Activated carbon is a chemical that is currently widely used in industries using adsorption and purification process. In general, active carbon made through the activation process by adding chemicals. Several types of chemical compounds are often used in the manufacture of activated carbon is ZnCl_2 , KOH, H_2SO_4 , and HCl. Each type of activator will give effect / influence of different surface area or volume of the pores of activated carbon produced. Activated carbon water hyacinth immersion results 5M HCl has the best surface area as large as 842.04 m^2/gr than commercial adsorbents that have only a surface area as large as 26 038 m^2/gr . The average rate of COD from laundry waste as much as 785.39 mg / L. Contact time to reduce the rate of COD in this study is the provision of adsorbent 5M for 120 minutes on

laundry waste. Quality adsorbent water hyacinth 5M HCl immersion results as good as commercial adsorbents T test results showed the results did not differ significantly.

Keyword(s) : Adsorbent, water plants water hyacinth, laundry waste, surface area, decrease in COD

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan pokok bagi manusia. Pemenuhan kebutuhan air bersih sudah menjadi masalah yang sangat umum dan belum diatasi disebagian besar wilayah Negara Indonesia pada umumnya terutama didaerah-daerah pedesaan dan daerah terpencil. Sulitnya pemenuhan kebutuhan air bersih mengakibatkan masalah lain yang lebih kompleks. Salah satu masalah yang merupakan akibat dari sulitnya pemenuhan kebutuhan air bersih dan buruknya kualitas lingkungan adalah masalah kesehatan masyarakat, yaitu berjangkitnya berbagai jenis penyakit seperti muntaber, penyakit kulit dan sebagainya yang bisa dijadikan sebagai mutu air minum.

Dewasa ini banyak muncul industri-industri kecil *laundry*. Akan tetapi pertumbuhan industri *laundry* ini memiliki efek samping yang kurang baik, air limbah *laundry* mengandung bahan kimia dengan konsentrasi yang tinggi antara lain fosfat, surfaktan, ammonia dan nitrogen serta kadar padatan terlarut, kekeruhan, BOD dan COD tinggi. Bahan kimia yang menjadi masalah pencemaran pada badan air tersebut disebabkan pemakaian deterjen sebagai bahan pencuci.

Karbon aktif merupakan bahan kimia yang saat ini banyak digunakan dalam industri yang menggunakan proses absorpsi dan purifikasi. Pemilihan jenis aktivator akan berpengaruh terhadap kualitas karbon aktif. Beberapa jenis senyawa kimia yang sering digunakan dalam industri pembuatan karbon aktif adalah $ZnCl_2$, KOH, H_2SO_4 , dan HCl. Masing-masing jenis aktivator akan memberikan efek/pengaruh yang berbeda-beda terhadap luas permukaan maupun volume pori-pori karbon aktif yang dihasilkan.

Berdasarkan alasan diatas, diperlukan penelitian yang dapat menurunkan konsentrasi COD yang tinggi dalam air limbah *laundry* sebelum dibuang ke badan air/lingkungan. Salah satu teknologi yang digunakan adalah penggunaan adsorben dari eceng gondok. Pada penelitian ini, karbon aktif diaktivasi dengan perendaman HCl. Adsorben eceng gondok dipilih karena selain mudah didapat, pembuatannya pun sangat mudah dan tanpa harus mengeluarkan uang yang banyak sehingga dapat diaplikasikan pada usaha *laundry* berskala kecil.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain seperangkat tungku, ember plastik, saringan 100 mesh, pisau, tanur, aluminium foil, gelas beker, oven, cawan, pH meter, gelas ukur, kertas saring, Magnetic Stirrer, sarung tangan, corong, dan timbangan. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah eceng gondok, limbah cair *laundry* (diambil dari “Vyta Laundry” desa Merjosari, Malang), aquadest, HCl 3M dan 5M, serta adsorben komersial (buatan PT Brataco).

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian eksperimental, yaitu mengadakan percobaan secara langsung untuk melihat dan memperoleh data empiris melalui pengaruh variabel yang diteliti. Dalam hal ini obyek penelitian yang diamati adalah pengaruh perbedaan aktivator dan waktu kontak arang aktif dengan limbah cair. Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap yang disusun secara faktorial dengan 3 kali ulangan.

A= Aktivator HCl (3M dan 5M)

B = Waktu Kontak (40, 60, 80, 100, dan 120 menit)

Tabel 1. Kombinasi Perlakuan Ukuran Adsorben dengan Waktu Kontak

	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅
A ₁	A ₁ B ₁	A ₁ B ₂	A ₁ B ₃	A ₁ B ₄	A ₁ B ₅
A ₂	A ₂ B ₁	A ₂ B ₂	A ₂ B ₃	A ₂ B ₄	A ₂ B ₅

Model Matematisnya (Mattjik dan Sumertajaya, 2002). :

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + c_{ijk}$$

$i = 1, 2, 3, \dots, a \quad j = 1, 2, 3, \dots, b \quad \text{dan } k = 1, 2, 3, \dots, u$

Disini :

Y_{ijk} : Pengamatan Faktor A taraf ke-i, Faktor B taraf ke-j dan ulangan ke-k

μ : Rataan Umum

A_i : Pengaruh Faktor A pada taraf ke-i

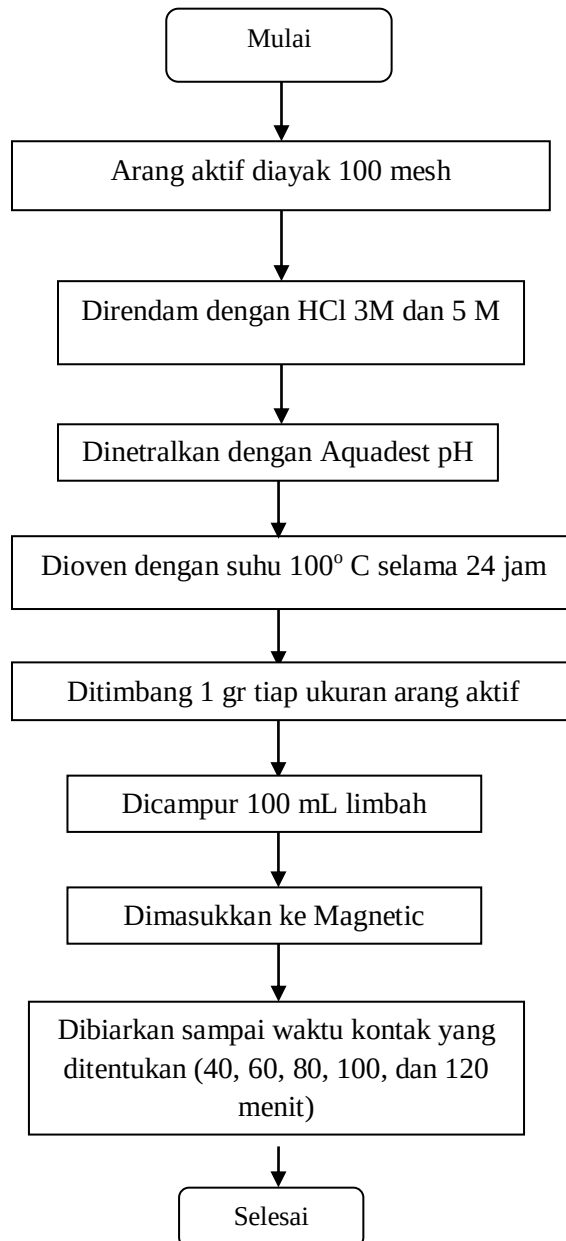
B_j : Pengaruh Faktor B pada taraf ke-j

AB_{ij} : Interaksi antara Faktor A dengan Faktor B

c_{ijk} : Pengaruh galat pada Faktor A taraf ke-i, Faktor B taraf ke-j dan ulangan ke-k

Prosedur Penelitian

Eceng gondong yang dipakai pada penelitian ini diambil dari desa Gogodeso kec. Kanigoro kab. Blitar. Pada tahap persiapan, eceng gondok yang telah didapatkan dikeringkan di dalam oven selama 24 jam. Selanjutnya dilakukan proses pengarangan. Setelah proses pengarangan, selanjutnya dilakukan proses perlakuan, yaitu perendaman karbon aktif.

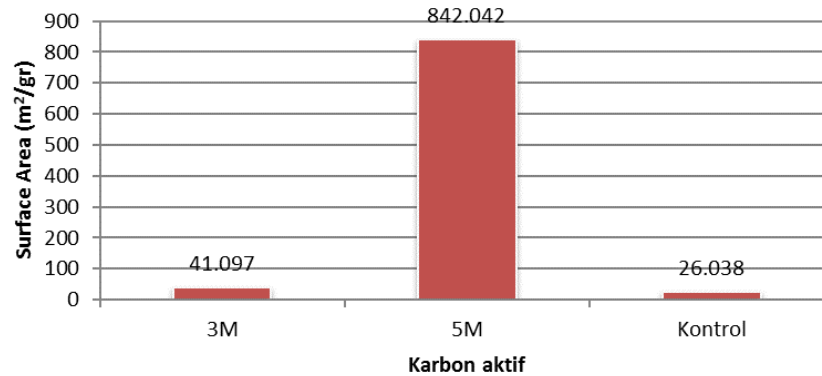


Gambar 1. Diagram alir perlakuan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Luas Permukaan

Karbon aktif yang dibuat pada penelitian ini adalah karbon aktif hasil dari perendaman HCl 3M dan 5M, serta untuk kontrolnya digunakan adsorben komersial. Pengukuran luas permukaan karbon aktif dilakukan dengan uji BET.

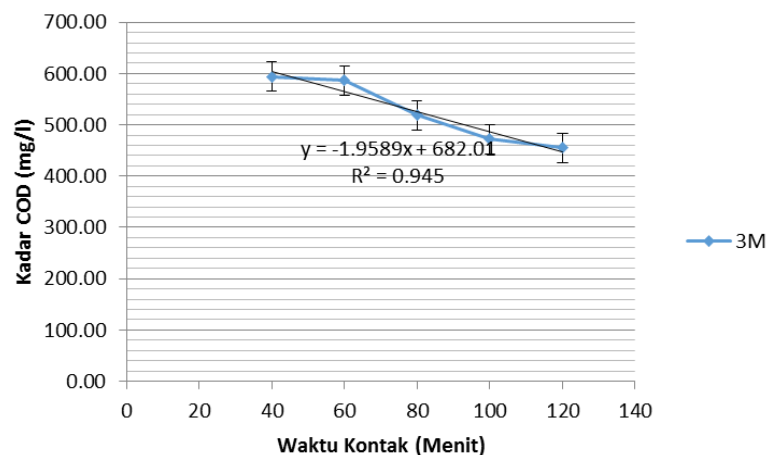


Gambar 2. Grafik luas permukaan adsorben

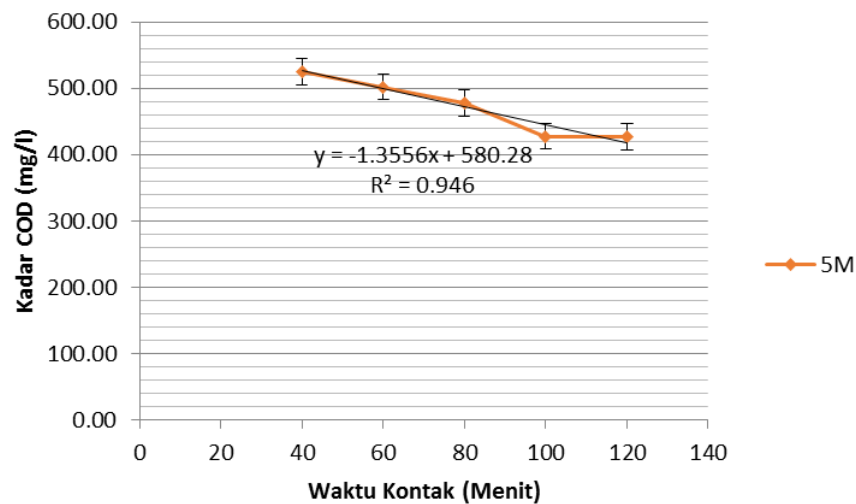
Dari gambar 2 menunjukkan bahwa adsorben hasil perendaman 5M adalah adsorben yang paling baik bila dibandingkan dengan adsorben 3M dan adsorben komersial (buatan PT. Tabaco). HCl sebagai pelarut bisa membuka pori dengan melarutkan padatan (zat organik atau senyawa logam tertentu) yang menutup pori. Sehingga pori bisa terbuka dan dapat utk menyerap zat lain. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Jankowska *et al* (1991). Menurut Jankowska *et al* (1991), semua prosedur tentang pembuatan karbon aktif yang bertujuan untuk membuka pori-pori karbon, akan sangat tergantung pada konsentrasi zat aktivator. Semakin tinggi konsentrasi aktivator akan menyebabkan semakin banyak zat pengotor yang berupa zat organik maupun anorganik melarut dan lepas dari permukaan pori-pori karbon, sehingga akan menyebabkan peningkatan daya serap.

Penurunan COD

Penurunan COD dilakukan dengan cara menambahkan 1gr adsorben ke dalam 100 ml limbah cair. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa jenis adsorben (A) dan Waktu kontak (B) tidak memberikan pengaruh nyata ($P < 0.01$) terhadap penurunan kadar COD limbah.

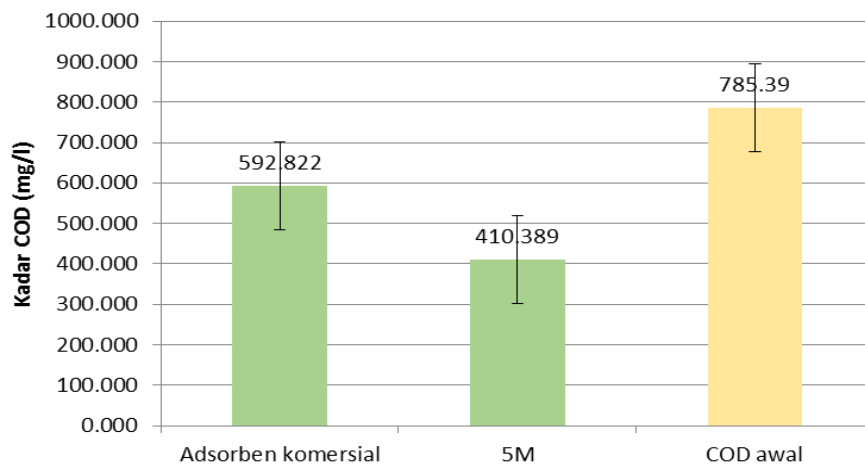


Gambar 3. Hubungan antara jenis adsorben 3M dengan waktu kontak terhadap penurunan COD.



Gambar 4. Hubungan antara jenis adsorben 5M dengan waktu kontak terhadap penurunan COD

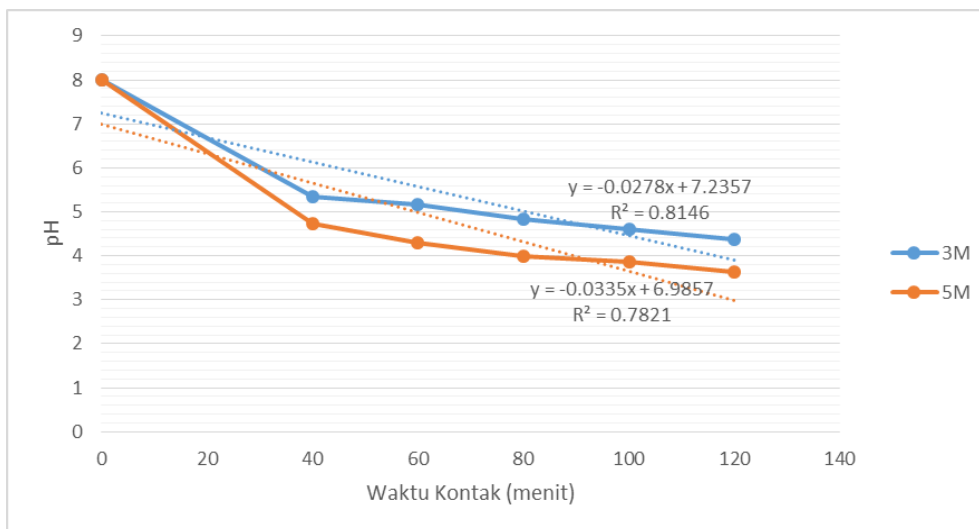
Perlakuan terbaik didapatkan menggunakan metode Zaleny (1982). Dapat dilihat pada lampiran 3. Perlakuan terbaik adalah dengan menggunakan adsorben 5 M dengan waktu kontak 120 menit. Sehingga diadakan uji lanjut dengan membandingkan adsorben 5M dengan adsorben komersial.



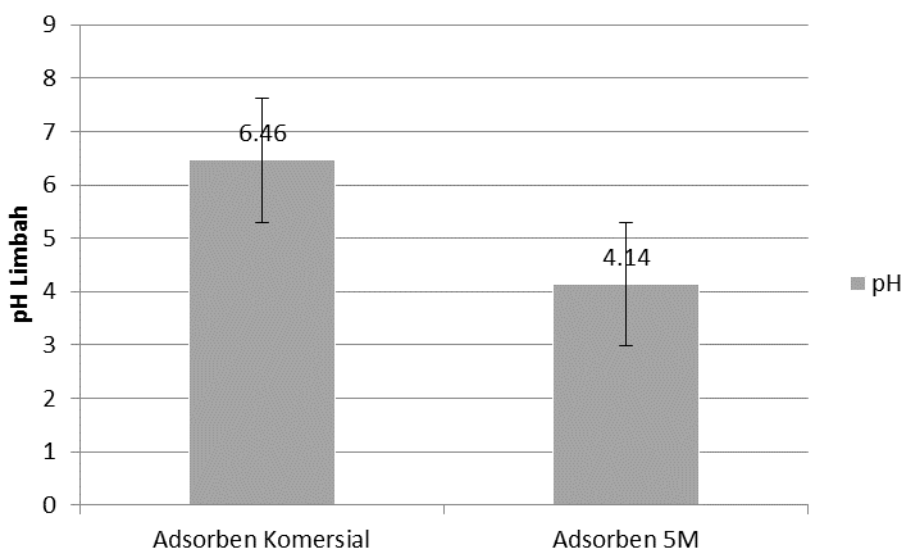
Gambar 5. Grafik perbandingan penurunan COD antara adsorben komersial dengan adsorben hasil perendaman HCl 5M.

Dari gambar 5 dapat dilihat bahwa adsorben hasil perendaman HCl 5M lebih baik daripada adsorben komersial, tetapi pada analisa uji T menunjukkan bahwa penurunan COD antara adsorben komersial dengan adsorben eceng gondok tidak berbeda nyata. Karena pada uji T, $T_{hitung} < T_{tabel}$. Analisa uji T dapat dilihat pada lampiran 3. Kadar COD rata-rata setelah diadsorbsi dengan menggunakan adsorben eceng gondok sebesar 410.389 mg/L. Sehingga adsorben eceng gondok 5M lebih baik menurunkan COD daripada adsorben komersial yang kadar COD nya sebesar 592.822 mg/L. Hal ini diduga terjadi karena luas permukaan adsorben hasil perendaman 5 M jauh lebih besar daripada adsorben komersial. Selain itu, hal itu diduga terjadi karena pembuatan adsorben komersial menggunakan jenis aktivator maupun aktivasi yang berbeda, karena ada 2 jenis aktivasi yaitu aktivasi fisika dan aktivasi kimia. Karena perubahan pH pada adsorben komersial tidak terlalu berbeda dengan pH limbah awal. Sedangkan pH pada adsorben hasil perendaman HCl 5M berbeda jauh dari limbah awal.

Penurunan COD terjadi seiring dengan penurunan pH pada larutan campuran limbah dengan adsorben.



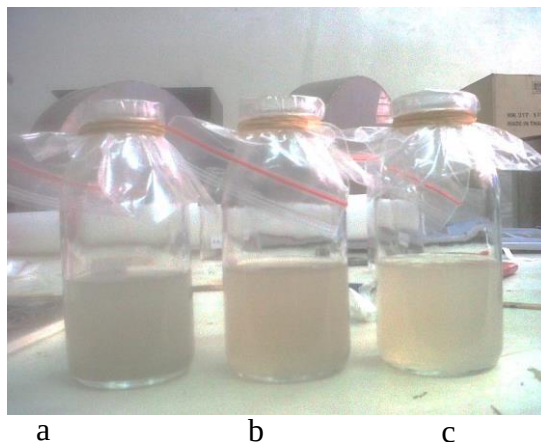
Gambar 6. Hubungan adsorben 3M dan 5M dengan waktu kontak terhadap pH.



Gambar 7. Perbandingan pH limbah setelah adsorpsi antara adsorben komersial dengan adsorben 5M

Dari gambar 6 dan 7 dapat dilihat bahwa semakin kecil pH larutan maka penurunan COD semakin baik. Pada gambar 15 dapat dilihat bahwa penurunan pH terbaik adalah adsorben 5M. Hal ini membuktikan bahwa adsorben eceng gondok hasil perendaman HCl 5M lebih baik daripada adsorben yang dijual di pasaran. pH terbaik dipilih terendah karena pada saat pH yang rendah, penurunan kadar COD juga semakin baik. Hal tersebut sama seperti yang dikemukakan oleh Kasam dkk. (2005) efisiensi penurunan COD dengan menggunakan karbon aktif akan meningkat seiring dengan menurunnya pH. hal ini disebabkan karena pada pH rendah, jumlah ion H^+ lebih besar; dimana ion H^+ tersebut akan menetralkan permukaan karbon aktif yang bermuatan negatif, sehingga dapat mengurangi halangan untuk terjadinya difusi organik pada pH yang lebih tinggi. Sebaliknya, pada pH tinggi, jumlah ion OH^- berlimpah, sehingga menyebabkan proses difusi bahan-bahan organik menjadi terhalang.

Hasil analisa uji T terhadap pH juga menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata karena $T_{hitung} < T_{tabel}$.



Gambar 8. Sampel limbah setelah diadsorben. (a) Limbah tanpa adsorben. (b) Diberi adsorben komersial. (c) Diberi adsorben 5M.

Dari gambar 8 dapat dilihat bahwa tingkat kejernihan limbah hasil adsorpsi. Sampel limbah hasil adsorpsi dengan menggunakan adsorben 5M lebih jernih daripada sampel limbah hasil adsorpsi dengan menggunakan adsorben komersial. Hal tersebut sesuai dengan luas permukaan adsorben yang dipakai. Luas permukaan adsorben eceng gondok dengan perendaman HCl 5M lebih besar daripada luas permukaan adsorben komersial. Sesuai dengan pernyataan diatas, bahwa dengan menggunakan analisa uji T menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Sehingga adsorben pada penelitian ini menunjukkan hasil yang sama seperti produk yang dijual dipasaran.

KESIMPULAN

Perbedaan jenis aktivator dalam pembuatan karbon aktif sangat mempengaruhi luas permukaan karbon aktif yang dibuat. Perbedaan aktivator dan waktu kontak dalam penurunan COD tidak memberikan pengaruh nyata terhadap penurunan COD. Tetapi penurunan COD semakin baik jika jenis aktivator adsorben lebih pekat dan waktu kontak lama. Semakin lama waktu kontak, maka pH nya juga semakin kecil. Kualitas adsorben komersial dengan adsorben eceng gondok sama-sama bagus. Karena hasil pada uji T untuk mengetahui perbandingan antara kedua jenis adsorben ini menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata

DAFTAR PUSTAKA

- Benefield, L.D., Judkins Jr., J.F., Weand, B.L., 1982. *Process Chemistry For Water And Wastewater Treatment*. Prentice-Hall, Inc. New Jersey
- Djarmiko B, Ketaren S, Styahartini S. 1985. *Pengolahan Arang dan Kegunaannya*. Agro Industri Press. Bogor
- Fatimah, I., Nugraha, J., 2005. *Identifikasi Hasil Pirolisis Serbuk Kayu Jati Menggunakan Principal Component Analysis*. *Jurnal Ilmu Dasar*, 6: 41-47
- Fengel D, Wegner G. 1995. *Kayu : Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-reaksi*. (Terjemahan) Gajah Mada University Press, Yogyakarta. 730 p.
- Gerbono, A. dan Siregar, A., 2005. *Kerajinan Eceng Gondok*. Kanisius. Yogyakarta.
- Haniko S. 2010. *Studi Adsorpsi ion Ca^{2+} Menggunakan Adsorben Arang Kayu Matoa (*Pometia Pinnata*) Untuk Menurunkan Kesadahan Air*. Skripsi. Manokwari: FMIPA, Universitas Negeri papua.

- Hendra D, Darmawan S. 2007. *Sifat Arang Aktif dari Tempurung Kemiri*. Jurnal Penelitian Hasil hutan Vol 25 No.4 (2007) pp 291-302. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Hessler. J.W. 1951. *Active Carbon*. Chemical Publishing Co Inc. Brooklyn
- Jankwoska, H., Swiatkowski, A., and Choma, J. 1991. *Active Carbon*. Ellis Hardwood, 1st Published
- Jatu T.S. 2010. *Kemampuan arang aktif dari kulit singkong dan tongkol jagung dalam penurunan kadar COD dan BOD limbah pabrik tahu*. UNNES. Semarang.
- Kasam, dkk. 2005. *Penurunan COD (Chemical Oxygen Demand) dalam Limbah Cair Laboratorium Menggunakan Filter Karbon Aktif Arang Tempurung Kelapa*. LOGIKA, Vol. 2, No. 2, ISSN: 1410-2315
- Kirk and Othmer. 1940. *Encyclopedia of Chemical Technology*. New York: John Wiley & Sons, Inc. Vol. 7.
- Komarayati S. 2004. *Penggunaan Arang Kompos Pada Media Tumbuh Anakan mahoni*. Jurnal Penelitian Hasil Hutan 22(4): 193-203
- Little, L.C., 1979. *Handbook of Utilization of Aquatic Plant*, FAO Fisheries Technical Paper. No. 187. FAO, Roma.
- Martin. A. Swarbrik, J., dan Cammarata, A. 1993. *Farmasi Fisik Dasar-Dasar Farmasi Fisik dalam Ilmu Farmasi*. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta
- Mattjik AA & Sumertajaya IM. 2002. *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab*. Bogor : Institut Pertanian Bogor
- Pari G. 2004. *Kajian Struktur Arang Aktif Dari Serbuk Gergaji Kayu sebagai Adsorben Emisi Formaldehida Kayu Lapis*. (Disertasi Program Doktor) Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Reynold, T. D, 1982. *Unit Operations and Process in Environmental Engineering*. Brooks/ Cole Engineering Division Monterey, California
- Ronald L, Droste, 1997, *Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment*. John Wiley and Sons, Inc, New York
- Santika SS dan Alaerts, G. 1984. *Metoda Penelitian Air*. Usaha Nasional. Surabaya: Indonesia
- Smisek M, Cerny. 1970. *Activated carbon: Manufacture, properties and application*. Elsevier Publishing Company, New York.
- Smith, K.S. 1992. *Predicting Water Contamination From Metal Mines and Mining Wastes*. Denver Federal Center. Colorado.
- Sudradjat R dan Salim S., 1994. *Petunjuk Pembuatan Arang Aktif*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan
- Thayagajaran, G. 1984. *Proseeding of the International Conference on Water Hyacinth*. Hyderabad. Hindia. UNEP. Nairobi.
- Tripathi B.D & Shukla S.C., 1991. *Biological Treatment of Wastewater by Selected Aquatic Plants*. *Environmental Pollution* 69 (1991) 69-78.
- Wardhana, I.W., Handayani, D.S., Rahmawati, D.I. 2009. *Penurunan Kandungan Phosphat Pada Limbah Cair Industri Pencucian Pakaian (Laundry) Menggunakan Karbon Aktif Dari Sampah Plastik Dengan Menggunakan Metode Batch Dan Kontinyu*. Jurnal Teknik – Vol. 30 No. 2, ISSN 0852-1697
- Yulia Akhsanti, Ratu. 2009. *Pemanfaatan Karbon Aktif Serbuk Gergaji Kayu Jati Untuk Menurunkan Chemical Oxygen Demand (COD) Limbah Cair Industri Tekstil*. In: Seminar Tugas Akhir S1 Jurusan Kimia FMIPA UNDIP. Jurusan Kimia UNDIP.
- Yuliasari, N, Miksusanti, Dian. 2010. *Studi Penyerapan Procion pada Limbah Kain Tajung Menggunakan Serbuk Batang Eceng Gondok*. FMIPA Universitas Sriwijaya. Sumatera Selatan.
- Zimmels, Y., Kirzhner, F.A., Malkovskaja. 2005. *Application of Eichhornia crassipes and Pistia stratiotes for treatment of urban sewage in Israel*. Journal of Environmental Management 81, 420-428.