

PENURUNAN KADAR *CHEMICAL OXYGEN DEMAND* (COD) PADA LIMBAH CAIR LAUNDRY ORENS TEMBALANG DENGAN BERBAGAI VARIASI DOSIS KARBON AKTIF TEMPURUNG KELAPA

Fransiska Vony Wicheisa, Yusniar Hanani, Nikie Astorina
Bagian Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Diponegoro
Email: vonywicheisa@gmail.com

Abstract: COD measurement results in Laundry Orens are greater than quality standards according to the Central Java Regulation No.5 of 2012 ($> 100 \text{ mg / lt}$) which are 249, 773, and 558mg / lt. Laundry liquid waste with high COD levels can cause environmental pollution. The purpose of this study was to determine the decrease in COD levels using coconut shell activated carbon. This type of research is quasi experimental with pretest-posttest with the control group design. The sample in this study amounted to 36 samples with 4 treatments (200; 300; 400; 500 gr / lt) with 6 repetitions. Samples are taken from the washing machine outlet pipe. Data analysis using one way ANOVA test showed that there was a decrease in liquid COD levels with a variety of activated carbon doses (p -value < 0.05). Anova test results followed by the LSD method showed that the group between dose variations had a significant difference in reducing COD levels of laundry laundry waste ($p < 0.05$), namely the control group with each treatment group and group 200 with 500 gr / lt. The average decrease in COD levels after treatment of 860mg / lt was 406mg / lt (47.13%) for a dose of 200gr / lt; 473mg / lt (55.22%) for a dose of 300gr / lt; 536.16mg / lt (62.33%) for a dose of 400gr / lt; and 587.83 mg / lt (68.37%) for a dose of 500 g / lt. The conclusion of this study was that coconut shell activated carbon was able to reduce COD levels with the highest decrease up to 68.37%.

Keywords : Laundry Liquid Waste, Chemical Oxygen Demand (COD), Adsorption, Coconut Shell Activated Carbon

PENDAHULUAN

Tingginya kesibukan dan aktivitas mahasiswa sehari - hari membuat sebagian besar mahasiswa lebih memilih cara praktis untuk mengerjakan pekerjaan rumah. Hal ini mengakibatkan banyak pekerjaan rumah yang diserahkan kepada penyedia jasa layanan khususnya laundry. Laundry Orens adalah salah satu dari kurang lebih 108 penyedia jasa laundry di Tembalang. Dalam sehari-hari Laundry Orens bisa memproses 80 - 100 kg pakaian dan menghasilkan 300 liter limbah cair.

Laundry dalam kegiatannya menggunakan detergen, dimana detergen merupakan salah satu bahan pembersih pakaian yang mampu melepaskan kotoran dan minyak. Limbah cair laundry berdampak buruk ke lingkungan karena mengandung zat kimia berbahaya yang terkandung dari detergen, yaitu lebih dari 25 senyawa kompleks yang diklasifikasikan menjadi 4 yaitu surfaktan, builders, filler dan bahan tambahan.¹ Lingkungan perairan yang tercemar oleh limbah cair laundry tersebut

dapat membahayakan kehidupan makhluk hidup air dan manusia yang mengonsumsinya. Penggunaan detergen pada limbah cair *laundry* mempengaruhi karakteristik limbah cair *laundry*, terutama COD.² COD merupakan jumlah oksigen dalam mg/l yang digunakan untuk menguraikan bahan organik di dalam air secara kimiawi.³ Semakin tinggi COD, maka semakin rendah kandungan oksigen terlarut dalam air.

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengurangi kadar COD adalah dengan pengolahan limbah cair secara fisika dengan metode adsorpsi. Proses adsorpsi dapat terjadi jika ada peristiwa kontak antara padatan dan molekul molekul cair atau gas. Pada saat terjadi kontak, ada gaya tarik – menarik molekul pada permukaan padatan yang tidak stabil.⁴ Bahan yang banyak digunakan dalam proses adsorpsi adalah karbon aktif tempurung kelapa. Karbon aktif memiliki luas permukaan yang tinggi sehingga mampu mengadsorpsi lebih banyak molekul.⁵ Tempurung kelapa mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Semakin banyak kandungan selulosa, hemiselulosa, dan lignin, maka semakin baik karbon aktif yang akan dihasilkan. Selain itu tempurung kepala juga murah, tahan lama, mudah didapat, dibuat, dan digunakan.⁶

Berdasarkan uji pendahuluan didapatkan bahwa kadar COD limbah cair Laundry Orens melebihi baku mutu yang ada menurut Perda Jateng No5 Tahun 2012 yaitu sebesar 249, 773, dan 558 mg/l. Kadar COD yang melebihi baku mutu ini jika langsung dibuang ke lingkungan dapat mencemari lingkungan dan mengganggu kesehatan manusia. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas karbon aktif tempurung kelapa dengan berbagai

variasi dosis dalam menurunkan kadar COD.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian dalam penelitian ini adalah *quasi experimental*, dengan rancangan penelitian *pretest-posttest with control group*. Populasi dalam penelitian ini adalah semua limbah cair Laundry Orens, sedangkan sampelnya adalah sebagian limbah cair Laundry Orens. Sampel dalam penelitian ini adalah 24 sampel perlakuan dengan 4 kali perlakuan dan 6 kali pengulangan, 6 sampel pretest, 6 sampel kontrol, sehingga total sampel yaitu 36 sampel.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah dosis karbon aktif tempurung kelapa yaitu 200; 300; 400; dan 500 gr/l, variabel terikatnya adalah kadar COD setelah perlakuan, dan variabel pengganggu yaitu pH, suhu, lama kontak, dan ukuran media. Sumber data yang digunakan adalah data primer yaitu hasil pengukuran kadar COD, suhu, dan pH, serta hasil wawancara dengan pemilik *laundry*.

Perlakuan dilakukan dengan tahap pengaktifan karbon aktif, pengambilan sampel, perlakuan di Laboratorium Kesehatan Lingkungan FKM Undip, pengukuran pH dan suhu, pengukuran kadar COD dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan FT Undip.

Penurunan kadar COD dinyatakan dalam bentuk presentase dengan rumus efisiensi sebagai berikut:

$$Ef = \frac{(Co - Ci)}{Co} \times 100 \%$$

Keterangan:

Ef : presentase penurunan parameter (%)

Co: konsentrasi parameter sebelum diberikan perlakuan

Ci : konsentrasi parameter sesudah diberikan perlakuan

Uji statistik yang digunakan untuk analisis data yaitu Anova dan Uji Post Hoc dengan metode LSD. Uji Anova untuk mengetahui apakah ada perbedaan rata – rata penurunan kadar COD dengan berbagai variasi dosis karbon aktif, sedangkan uji lanjutan untuk mengetahui perbedaan penurunan kadar COD yang terjadi antar variasi dosis.

Hasil dan Pembahasan

Tabel 1 Hasil pengukuran kadar COD dengan berbagai variasi dosis karbon aktif

Ulangan ke-	Pretest (mg/l)	Posttest (mg/l)			
		Kontrol	200 gr/lt	300 gr/lt	400 gr/lt
1	1007	763	518	436	359
2	1238	992	682	602	499
3	667	549	379	337	285
4	701	502	380	311	265
5	719	535	332	270	223
6	829	639	434	367	319
Rata-rata	860,16	662,83	454,16	387,16	325

1. Kadar COD Sebelum Perlakuan

Limbah cair yang digunakan dalam penelitian ini adalah air sisa yang berasal dari *Laundry Orens* dari proses *laundry* yang menggunakan detergen yaitu proses pencucian dan proses pembilasan pakaian.

Data pada tabel 1.1 menunjukkan tingginya kadar COD sebelum perlakuan. Kadar COD yang tinggi pada limbah cair laundry dapat disebabkan oleh adanya bahan – bahan kimia yang terdapat di dalam detergen yang digunakan dalam proses pencucian. Detergen yang digunakan adalah detergen cair merk Yora. Secara umum komponen penyusun detergen adalah surfaktan, pembersih (*builders*), pengisi (*filler*), dan bahan tambahan (*additives*). Surfaktan memiliki peranan sebagai komponen utama dalam detergen dan memiliki rantai kimia yang susah diuraikan oleh alam.

Jenis builder yang sering digunakan adalah dalam bentuk Sodium Tripolifosfat (STTP), dimana STTP ini bereaksi dengan ion magnesium dan ion kalsium bebas dalam air dan membentuk padatan yang mengandung fosfat. Bahan tambahan lain seperti pelembut dan pencuci mengandung bahan-bahan berupa senyawa yang berbasis sodium yang dapat menghabiskan kandungan oksigen dalam air.

Perbedaan kadar COD limbah cair *Laundry Orens* sebelum perlakuan tergantung pada jumlah pakaian yang dicuci dan banyaknya detergen yang digunakan. Perbedaan kadar COD ini berkemungkinan terjadi akibat jumlah detergen yang digunakan berbeda – beda setiap harinya tergantung pada jumlah pakaian yang dicuci. Pada saat studi pendahuluan jumlah pakaian yang dicuci hanya berkisar 30 – 40 kg/hari karena pada bulan Desember sudah memasuki masa libur mahasiswa, sedangkan pada saat penelitian pada bulan Mei dan Juni merupakan masa aktif kuliah sehingga jumlah pakaian yang dicuci bisa sampai dengan 80-100 kg/hari.

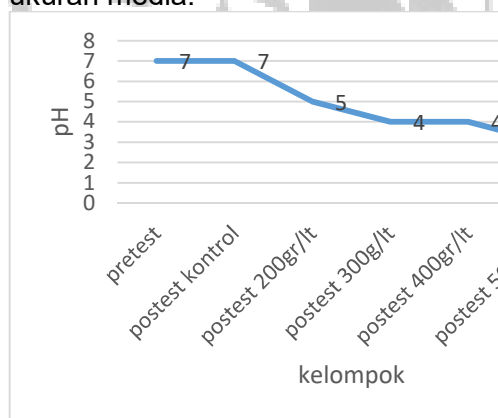
Kadar COD juga menunjukkan angka yang fluktuatif. Hal ini dikarenakan hasil pemeriksaan tersebut dipengaruhi oleh metode pengambilan sampel sesaat (*grab sampling*), dimana sampel ini hanya menggambarkan karakteristik sampel pada saat pengambilan sampel. Sampel penelitian ini diambil siang hari antara jam 11.00 hingga 12.00 WIB pada hari yang berbeda.

Hasil pengukuran kadar COD sebelum perlakuan menunjukkan hasil yang melebihi baku mutu berdasarkan Perda Jateng No.5

Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah dengan kadar COD maksimal 100 mg/l.

2. Kadar COD Sesudah Perlakuan

Data pada tabel 1.1 menunjukkan hasil pengukuran rata - rata kadar COD setelah perlakuan untuk kontrol, dosis 200 gram/lt, 300 gram/lt, 400 gram/lt, dan 500 gram/lt secara berturut turut sebesar 662,83 mg/l, 454,16 mg/l, 387,16 mg/l, 325 mg/l, dan 273,33 mg/l. Terjadi penurunan kadar COD pada setiap perlakuan tetapi nilai tersebut masih berada di atas baku mutu menurut Perda Jateng No.5 Tahun 2012. Hal ini terjadi disebabkan karena proses adsorpsi dalam penelitian ini belum berjalan maksimal. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi tidak maksimalnya proses adsorpsi ini antara lain pH, lama kontak, dan ukuran media.



Gambar 1 Grafik rata – rata pH kelompok pretest dan posttest

Pengukuran pH dalam penelitian ini menunjukkan bahwa pH setelah perlakuan pemberian karbon aktif mengalami penurunan, yaitu berkisar angka 5 hingga 3. Angka ini tidak diperbolehkan menurut Perda Jateng No.5 Tahun 2012 karena pH limbah cair yang diperbolehkan adalah 6 - 9. Penurunan ini terjadi karena ketidaktelitian peneliti dalam membilas karbon aktif yang telah

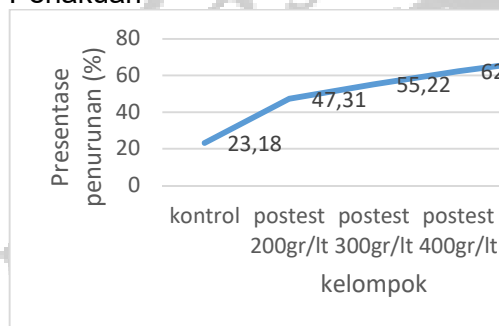
diaktivasi menggunakan H_2SO_4 20% hingga netral, sehingga menyebabkan karbon aktif bersifat asam. Sifat asam dari karbon aktif ini lah yang membuat pH pada kelompok perlakuan menjadi turun. Penurunan pH mempengaruhi terjadinya proses adsorpsi. Proses adsorpsi pada penelitian ini bisa dikatakan tidak terjadi secara optimal karena adsorpsi karbon aktif bekerja secara optimal pada kondisi limbah cair dengan pH netral (7).

Lama kontak adalah waktu yang diperlukan limbah cair pada saat berada di dalam media yang sudah diberikan karbon aktifnya. Lama kontak pada penelitian ini dikendalikan dengan cara menyamakan lama kontak pada setiap perlakuan yaitu 45 menit. Waktu kontak yang digunakan dalam penelitian ini belum maksimal dan proses adsorpsi dalam penelitian ini dapat dikatakan tidak terjadi secara optimal sehingga kadar COD belum turun hingga baku mutu, Hal ini terjadi karena kontak antara partikel dan karbon aktif berlangsung secara singkat. Semakin lama waktu kontak maka semakin banyak partikel yang diikat, sehingga dapat mengakibatkan terjadinya peningkatan penurunan kadar COD.

Ukuran media adalah besar kecilnya ukuran karbon aktif untuk menyerap kadar COD limbah cair. Ukuran media pada penelitian ini dikendalikan dengan cara menyamakan ukuran media pada setiap perlakuan yaitu menggunakan karbon aktif dengan ukuran 4 – 8 mesh. Ukuran media ini belum bisa mengadsorpsi dengan baik jika dibandingkan dengan menggunakan karbon aktif

yang ukurannya lebih kecil yaitu <8 mesh, sehingga proses adsorpsi menggunakan ukuran media ini belum mampu menurunkan kadar COD hingga baku mutu. Semakin kecil ukuran media karbon aktif yang digunakan maka semakin besar luas permukaan yang ada. Semakin besar luas permukaan yang ada, maka akan semakin banyak partikel – partikel yang menempel pada permukaan dan mengakibatkan bertambahnya penurunan kadar COD.

3. Penurunan Kadar COD dengan Perlakuan



Gambar 2 Presentase penurunan kadar COD setelah perlakuan

Penurunan kadar COD pada kelompok kontrol terjadi akibat partikel - partikel mulai turun dan mengendap karena adanya gaya gravitasi bumi. Partikel yang turun dan mengendap ini adalah bahan organik tersuspensi dimana molekul detergen secara keseluruhan tidaklah benar- benar larut dalam air karena adanya rantai hidrokarbon. Detergen mudah tersuspensi dalam air karena membentuk misel (micelles) yaitu kumpulan detergen yang rantai hidrokarbonnya mengelompok dengan ujung – ujung ionnya menghadap ke air. Bahan organik tersuspensi inilah tidak terlarut dan dapat mengendap. Hal ini menyebabkan sebagian partikel pencemar laundry berkurang dan terjadi peningkatan suplai oksigen. Suplai

oksigen merupakan faktor yang mempengaruhi terjadinya penurunan COD.

Penurunan kadar COD setelah perlakuan pemberian karbon aktif tempurung kelapa terjadi karena adanya proses adsorpsi antara karbon aktif tempurung kelapa dengan partikel organik dalam limbah cair laundry yang mengandung detergen. Detergen dalam limbah cair yang mengandung partikel organik akan ditarik oleh karbon aktif dan melekat pada permukaannya dengan kombinasi dari daya fisik kompleks dan reaksi kimia. Karbon aktif memiliki jaringan porous (berlubang) yang sangat luas untuk menerima partikel pengotor. Karbon aktif secara efektif menangkap partikel kecil apa saja yang mengalami kontak dengannya. Proses adsorpsi ini terjadi secara fisika, dimana dengan adanya gaya Van Der Waals pada permukaan karbon aktif maka partikel pencemar yang terdapat pada limbah cair tertarik dan terperangkap pada permukaan karbon aktif. Penarikan partikel organik ini terjadi karena daya tarik menarik antara partikel dengan permukaan karbon aktif lebih besar daripada daya tarik antar partikel itu sendiri.

Penurunan secara bertingkat (linear) yang terjadi pada penelitian ini sejalan dengan penambahan dosis karbon aktif yang digunakan. Dosis karbon aktif yang digunakan memberikan sisi permukaan aktif untuk terjadinya proses penarikan partikel. Hal ini terjadi karena semakin banyak dosis karbon aktif yang digunakan maka semakin banyak partikel organik yang tertarik dan menempel pada permukaan karbon aktif, sehingga semakin

besar penurunan kadar COD yang terjadi.

Ulangan ke -	Pret est	Postest				
		Kontr ol	200 gr/lt	300 gr/lt	400 gr/lt	500 gr/lt
1	28	26	27	26	27	27
2	28	27	26	27	27	26
3	29	28	27	27	28	27
4	28	28	28	27	27	28
5	28	28	27	27	27	27
6	28	27	28	27	27	27
Rata-rata	28,16	27,33	27,16	26,83	27,16	27,66

Penurunan kadar COD dalam penelitian ini juga didukung oleh faktor lain yaitu suhu. Pengukuran suhu dalam penelitian ini menunjukkan hasil bahwa suhu setelah perlakuan mengalami penurunan, yaitu berkisar angka 28 hingga 26. Penurunan ini terjadi karena tidak mampunya dilakukan pengendalian suhu sehingga limbah cair *laundry* mengikuti suhu ruangan pada saat penelitian. Walaupun terjadi penurunan suhu pada penelitian ini tetapi suhu ini tidak terlalu mengganggu terjadinya proses adsorpsi karena suhu optimal untuk adsorpsi karbon aktif terjadi pada suhu normal.

Hasil pengukuran kadar COD setelah pemberian perlakuan karbon aktif pada penelitian ini membuktikan bahwa karbon aktif tempurung kelapa mampu menurunkan kadar COD walaupun proses adsorpsi belum berjalan dengan maksimal sehingga kadar COD setelah perlakuan belum berada dibawah baku mutu. Hal ini terjadi karena terdapat beberapa faktor pengganggu sehingga proses adsorpsi belum terjadi

secara optimal. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mengoptimalkan proses adsorpsi ini sehingga memungkinkan terjadinya penurunan kadar COD hingga efektif.

Penambahan waktu kontak bisa menjadi salah satu cara yang efektif. Adsorpsi dengan waktu kontak yang lebih lama dapat menurunkan kadar COD lebih besar lagi. Hal ini dikarenakan semakin lama waktu kontak yang digunakan maka semakin banyak partikel yang menempel pada karbon aktif sehingga semakin besar penurunan kadar COD yang terjadi.

Pembilasan karbon aktif setelah aktivasi dan penetralan limbah cair setelah pemberian karbon aktif juga merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengoptimalkan proses adsorpsi. Dengan dilakukannya penetralan pada limbah cair ini berkemungkinan untuk meningkatkan presentase penurunan kadar COD sehingga variasi dosis yang digunakan dalam penelitian ini efektif untuk menurunkan kadar COD hingga dibawah baku mutu.

Pengadukan dilakukan agar terjadi peristiwa kontak antara udara dan limbah cair sehingga oksigen dari udara dapat larut di dalam air. Proses penambahan oksigen dalam limbah ini dapat membuat kadar oksigen terlarut menjadi tinggi sehingga dapat menurunkan kadar COD. Pengadukan juga memungkinkan terjadinya perubahan ukuran karbon aktif menjadi lebih kecil jika terkena pengaduk sehingga

berpotensi untuk mengikat partikel organik semakin banyak. Dengan dilakukannya juga perlakuan dengan pengadukan pada penelitian ini berkemungkinan untuk meningkatkan presentase penurunan kadar COD sehingga variasi dosis yang digunakan dalam penelitian ini efektif untuk menurunkan kadar COD hingga dibawah baku mutu.

4. Aplikasi di Laundry

Salah satu cara pengaplikasian metode ini dalam usaha *laundry* adalah dengan mengadakan bak penampung limbah cair sementara sebelum dibuang langsung ke badan air. Limbah cair dari selang pembuangan mesin cuci dialirkan ke bak penampung yang sudah diberikan karbon aktif tempurung kelapa dan dibiarkan beberapa waktu yaitu 3 jam. Dalam waktu 3 jam tersebut, terjadi kontak langsung antara permukaan karbon aktif dan partikel partikel dalam limbah cair sehingga terjadi penurunan kadar COD pada limbah cair tersebut. Hasil yang optimal dapat diperoleh dengan melakukan pengadukan secara manual sebelum limbah cair ditinggal di bak penampungan dalam waktu tertentu. Pengadukan dilakukan selama satu menit dengan kondisi bak terbuka, lalu didiamkan selama 3 jam. Bak penampung dapat menggunakan wadah berukuran besar sesuai dengan volume limbah cair yang diproduksi, seperti bak kamar mandi plastik berukuran 55 x 55 x 60 cm yang mampu menampung cairan dengan volume 120 liter. Anggaran biaya yang diperlukan apabila diterapkan pada *Laundry* Orens untuk menurunkan kadar COD pada limbah cair *laundry* dengan menggunakan karbon aktif

tempurung kelapa tidak memerlukan biaya yang besar karena karbon aktif yang digunakan berasal dari tempurung kelapa yang sudah tidak dipakai lagi.

Anggaran biaya yang diperlukan apabila diterapkan pada *Laundry* Orens untuk menurunkan kadar COD pada limbah cair *laundry* dengan menggunakan karbon aktif tempurung kelapa tidak memerlukan biaya yang besar karena karbon aktif yang digunakan berasal dari tempurung kelapa yang sudah tidak dipakai lagi.

5. Keterbatasan Penelitian

- a. Peneliti tidak membilas karbon aktif yang telah diaktivasi hingga netral, sehingga proses adsorpsi yang terjadi kurang maksimal.
- b. Peneliti tidak menggunakan karbon aktif ukuran yang lebih kecil lagi daripada 4 – 8 mesh, sehingga proses adsorpsi yang terjadi kurang maksimal.
- c. Peneliti hanya mendiamkan karbon aktif dan limbah cair pada saat penelitian, sehingga tidak terjadi kontak antara karbon aktif dengan limbah cair secara keseluruhan.
- d. Pemberian perlakuan dan pengukuran COD tidak dapat dilakukan dalam waktu satu hari dan dalam satu tempat, sehingga pemeriksaan COD dilakukan pada hari berikutnya di laboratorium yang berbeda.
- e. Perlakuan dilakukan pada wadah *beaker glass* dengan kapasitas yang sedikit sehingga tidak dapat dilakukan dengan dosis yang lebih besar.

KESIMPULAN

1. Kadar COD limbah cair *Laundry* Orens sebelum perlakuan dengan karbon aktif setiap pengulangannya adalah 1007 mg/l, 1238 mg/l, 667 mg/l, 701 mg/l, 719 mg/l, dan 829 mg/l, dengan rata-rata kadar COD 860,16 mg/l.
2. Rata – rata kadar COD sesudah perlakuan pemberian karbon aktif tempurung kelapa yaitu 454,16 mg/l untuk dosis 200 gram/l; 387,16 mg/l untuk dosis 300 gram/l; 325 mg/l untuk dosis 400 gram/l; dan 272,33 mg/l untuk dosis 500 gram/l.
3. Presentase penurunan kadar COD setelah pemberian perlakuan 200 gram/l yaitu 47,31 % atau terjadi penurunan sebanyak 406 mg/l; pemberian perlakuan 300 gram/l yaitu 55,22 % atau terjadi penurunan sebanyak 473 mg/l; pemberian perlakuan 400 gram/l yaitu 62,33 % atau terjadi penurunan sebanyak 535,16 mg/l; dan pemberian perlakuan 500 gram/l yaitu 68,37 % atau terjadi penurunan sebanyak 587,83 mg/l.
4. Ada perbedaan penurunan kadar COD limbah cair *laundry* dengan berbagai variasi dosis karbon aktif tempurung kelapa ($p\text{-value} \leq 0,05$) yaitu kelompok kontrol dengan dosis 200 gr/l ($p\text{-value}$ 0,004); kelompok kontrol dengan dosis 300 gr/l ($p\text{-value}$ 0,000); kelompok kontrol dengan dosis 400 gr/l ($p\text{-value}$ 0,000); kelompok kontrol dengan dosis 500 gr/l ($p\text{-value}$ 0,000); dan kelompok dosis 200 gr/l dengan 500 gr/l ($p\text{-value}$ 0,011).
5. Pratiwi Y, Sunarsih S, Windi W. Uji Toksisitas Limbah Cair Laundry Sebelum dan Sesudah Diolah dengan Tawas dan Karbon Aktif terhadap Bioindikator. Yogyakarta: Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III; 2012.
6. Boyd C. Water Quality in Ponds for Aquaculture. Birmingham: Alabama Agricultural Experiment Station Auburn University Birmingham Publishing Co; 1990.
7. Tandy E, Hasibuan I, Harahap H. Kemampuan Adsorben Limbah Karet Alam terhadap Minyak Pelumas dalam Air. Jurnal Teknik Kimia USU Vol.1 No.2; 2012.
8. Rohmah P M, Radjeki A S. Pengaruh Waktu Karbonisasi Pada Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Baku Sekam Padi dengan Aktivator KOH. Jurnal Konversi Vol.3 No.1; 2014.
9. Nurdiansah H, Susanti D. Pengaruh Variasi Temperatur Karbonisasi dan Temperatur Aktivasi Fisika dari Elektroda Karbon Aktif Tempurung Kelapa dan Tempurung Kluwak Terhadap Nilai Kapasitansi Electric Double Layer Capacity (EDLC). Jurnal Teknik Pomits Vol. 2, No. 1; 2013.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kurniati E. Penurunan Konsentrasi Detergent Pada Limbah Industri *Laundry* Dengan Metode Pengendapan Menggunakan $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Jurnal Ilmiah Teknik