

## PENGARUH ADSORBEN KOMERSIAL TERHADAP PENURUNAN FOSFAT DAN SURFAKTAN ANIONIK (DETERGEN) PADA AIR LIMBAH LAUNDRY

Lila Kurnia Damayanti dan Euis Nurul Hidayah

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Email: [euisnh.tl@upnjatim.ac.id](mailto:euisnh.tl@upnjatim.ac.id)

### ABSTRAK

Peningkatan aktivitas laundry di perkotaan Surabaya menimbulkan peningkatan penggunaan deterjen ,dimana kandungan dalam deterjen memiliki pengaruh buruk terhadap lingkungan .Penelitian ini menggunakan metode adsorpsi dengan karbon aktif komersial aliran upflow dengan Variasi debit 5 ml/menit, 10 ml/menit,dan 15 ml/menit dengan variasi tinggi 10 cm,15 cm, dan 20 cm serta waktu sampling 2 jam,4 jam, 6 jam, 8 jam, 10 jam dan 12 jam . Hasil yang diperoleh efisiensi tertinggi dari penyisihan fosfat sebesar 99,07 % dan surfaktan anionic (detergen) 95,35 %. Debit optimum adalah 5 ml/menit dengan ketinggian 15 cm fosfat dan 20 cm surfaktan anionic (detergen).Model yang sesuai adalah freunlidch, dimana nilai  $R^2$  0,9418.

**Kata kunci :** Fosfat, surfaktan anionic (detergen), adsorpsi, karbon aktif

### ABSTRACT

*The increase in laundry activity in the city of Surabaya has led to an increase in the use of detergents, where the content in detergents has a bad effect on the environment. This study uses an adsorption method with commercial activated carbon upflow flow with flow variations of 5 ml / minute, 10 ml / minute, and 15 ml / minute with a height variation of 10 cm, 15 cm, and 20 cm and a sampling time of 2 hours, 4 hours, 6 hours, 8 hours, 10 hours and 12 hours. The results obtained were the highest efficiency from phosphate removal of 99.07% and anionic surfactant (detergent) 95.35%. The optimum discharge is 5 ml / minute with a height of 15 cm of phosphate and 20 cm of anionic surfactant (detergent). The suitable model is freunlidch, where the  $R^2$  value is 0.9418.*

**Keywords :** Phospate , anionic surfactants (detergents), adsorption, activated carbon

## PENDAHULUAN

Peningkatan aktivitas *laundry* di perkotaan Surabaya menimbulkan peningkatan penggunaan deterjen, dimana kandungan deterjen memiliki pengaruh buruk yaitu terbentuknya lapisan film dalam air akan menyebabkan menurunnya tingkat transfer ke dalam air, gangguan kesehatan yang cukup serius pada manusia, serta kombinasi antara polifosfat dengan surfaktan dalam deterjen dapat meningkatkan kandungan fosfat dalam air, dimana fosfat dan surfaktan anionik menyebabkan terjadinya eutrophikasi yang menimbulkan warna dalam air.

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah adsorpsi dengan karbon aktif komersial. Menurut Rini dan lingga (2010) Adsorpsi adalah proses menyerapnya polutan gas atau cair ke dalam permukaan adsorben. Faktor adsorpsi dipengaruhi beberapa faktor yaitu suhu dan Ph lingkungan, karakteristik unsur yang diadsorpsi (adsorbat), jenis & jumlah adsorben, kemudian perlakuan selama adsorpsi seperti waktu kontak dan kecepatan pengadukan.

Adsorben yang digunakan dalam penelitian ini adalah Karbon aktif. Menurut (Liet *al.* 2008) Karbon aktif mampu menyerap polutan 25 – 100 % karena memiliki luas permukaan yang besar yaitu sekitar 300 – 350 m<sup>2</sup>/g. Hal itu menjadikan karbon aktif lebih baik dibandingkan dengan adsorben lain. Pemodelan yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah *Isotherm* Langmuir, *Isotherm* Freudlich, *Isotherm* Brunauer-Emmett-Teller (BET). Pemodelan dilakukan untuk mengetahui kapasitas adsorben dalam proses adsorpsi.

## METODE PENELITIAN

### A. Alat dan Bahan

#### Alat :

1. Valve/keran
2. Tabung adsorpsi terbuat dari tabung kaca
3. Tabung ukur
4. Tempat Bak Penampung
5. Bak Umpa
6. Bak outlet

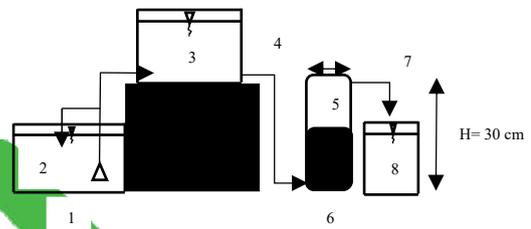
7. Selang bening

8. Pompa

#### Bahan :

1. Air Limbah Laundry daerah sekitar Kembang Kuning Surabaya
2. Karbon Aktif komersial 40 mesh

#### Desain Reaktor:



**Gambar -1:** Desain Kolom Adsorpsi

#### Keterangan:

1. Bak Umpan
2. Pompa, pipa inlet, pipa overflow
3. Bak Penampung Air Limbah Laundry
4. Pipa inlet 2 dan valve
5. Kolom adsorpsi
6. Adsorben
7. Pipa outlet dan valve
8. Bak outlet

Desain reactor pada penelitian ini adalah reactor kontinu dengan aliran upflow, dimana aliran air mengalir dari bawah ke atas. Kolom terbuat dari kaca dengan diameter internal 2 inchi dan panjang 30 cm. Diameter kolom ditentukan sebesar 2 inchi dengan pertimbangan diameter minimum kolom adalah 10 kali dari diameter adsorben untuk menghindari efek dinding (Katherine, 2016). Volume bak penampung sebesar 1 L dan Volume bak penampung air yang teradsorpsi ditentukan sebesar 1 L. Kolom dapat dibongkar untuk mengeluarkan adsorben yang ada di dalam kolom.

### B. Prosedur Kerja:

Berikut prosedur kerja dalam penelitian ini :

1. Menyiapkan limbah laundry yang diambil dari industri laundry disekitar Kembang Kuning Sampel diambil sebagian untuk diperiksa kadar fosfat dan surfaktan anionik sebelum perlakuan.
2. Limbah laundry dimasukkan bak penampung ke Kolom adsorpsi

secara gravitasi yang terdapat pengatur debit dan *reducer*.

3. Bak penampung limbah laundry diletakkan lebih tinggi dari kolom adsorpsi, Setelah itu air limbah yang teradsorpsi adsorpsi mengalir ke pipa outlet dan masuk ke bak penampung .
4. Debit air limbah diatur sesuai variasi yaitu 5 mL/menit, 10 mL/menit, dan 15 mL/menit.
5. Tinggi bed dalam kolom diatur sesuai variasi yaitu 10 cm, 15 cm, dan 20 cm
6. Dilakukan pengambilan sampel setiap 2 jam, 4 jam, 6 jam, 8 jam, 10 jam, dan 12 Jam.
7. Sampel kemudian di uji kadar fosfat dan surfaktan anionik di Laboratorium
8. Hasil uji laboratorium kemudian digunakan untuk menentukan model matematis adsorpsi yang sesuai.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Analisa Awal**

Pada penelitian kali ini, jenis air limbah yang digunakan sebagai sampel adalah air limbah dari sisa pengolahan yang jasa pencuci pakaian atau laundry dikawasan kembang kuning .Analisis karakteristik awal bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari air limbah laundry yang nantinya akan digunakan pada penelitian ini. Analisis karakter awal ini adalah Fosfat dan surfaktan anionic (detergen) yang merupakan parameter utama dalam penelitian ini. Berikut analisis karakteristik air limbah laundry dapat dilihat pada Tabel-1. Hasil Analisis Awal Limbah Laundry.

**Tabel-1** : Hasil Analisis Awal Limbah Laundry

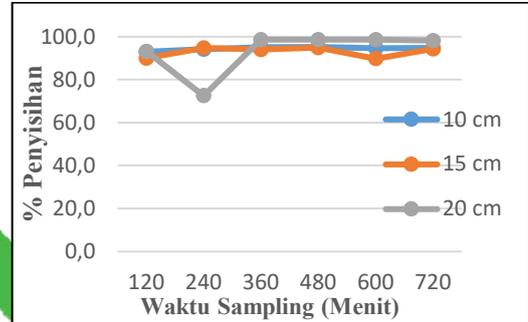
No	Parameter	Hasil
1	Fosfat	22,5 mg/L
2	Surfaktan anionic (detergen)	0,71 mg/L

(Hasil : laboratorium)

**B. Pengaruh Debit pada penyisihan Fosfat**

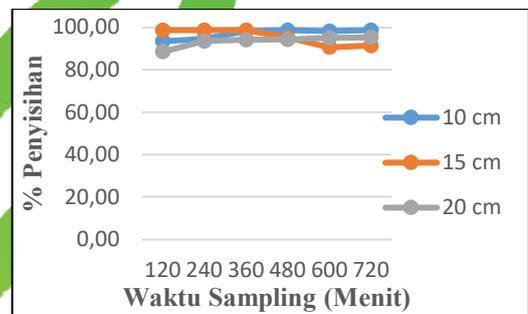
Pada pengaruh debit dalam penyisihan fosfat bisa dilihat pada Gambar-2, Gambar-3 dan Gambar-4 dimana variasi debit sangat berpengaruh pada proses penyisihan fosfat. Setiap variasi debit menunjukkan

persentase penyisihan fosfat dari yang tertinggi hingga terendah . Pada persen penyisihan debit 5 ml/menit penyisihan tertinggi ada pada waktu tertinggi 98,71 %.



**Gambar -2** Grafik Hubungan Waktu Sampling dengan Persen Penyisihan fosfat dalam Berbagai Tinggi Adsorben pada Debit 5 ml/menit

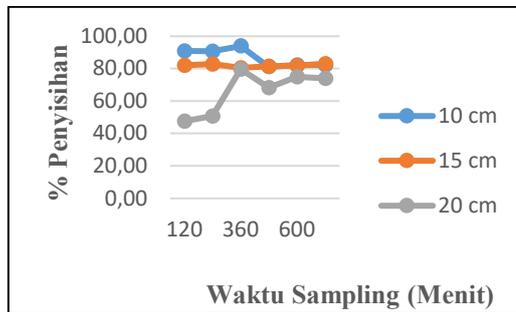
Pada Gambar-3 titik jenuh yang lebih lama dibandingkan debit yang lainnya . Hal tersebut disebabkan kaena adanya zona perpindahan massa yang pendek. (Maharani, 2018) bahwa semakin cepat aliran melewati kolom adsorben sehingga menyebabkan adsorben cepat jenuh. Kondisi adsorben yang jenuh dapat dilihat dari persen penyisihan semakin menurun.



**Gambar -3** Grafik Hubungan Waktu Sampling dengan Persen Penyisihan dalam Berbagai Tinggi Adsorben pada Debit 10 ml/menit.

Pada Gambar-4 Debit mempengaruhi proses penyisihan fosfat (Jung, 2017), dimana Hal ini disebabkan semakin kecil variasi debit maka semakin lama pula waktu kontak antara fosfat dan karbon aktif sehingga proses penyerapan semakin maksimal begitupula sebaliknya (Mistar, E. M., Sara, T., & Alfatah, T. 2017). . Hal ini

terbukti pada debit 15 ml/menit dengan variasi tinggi 20 cm dengan waktu kontak 120 menit persentase 47,56 %.

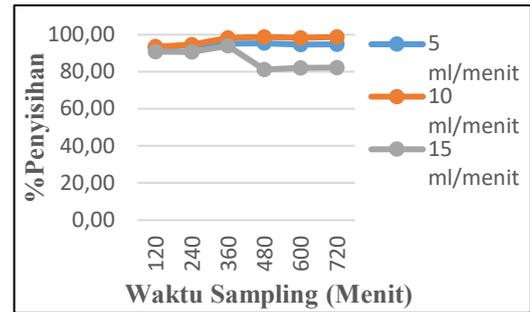


**Gambar -4** Grafik Hubungan Waktu Sampling dengan Persen Penyisihan dalam Berbagai Tinggi Adsorben pada Debit 15 ml/menit.

### C. Pengaruh Tinggi pada fosfat

Pada pengaruh tinggi dalam penyisihan fosfat bisa dilihat pada Gambar-5, Gambar-6 dan Gambar-7 dimana variasi debit sangat berpengaruh pada proses penyisihan fosfat. Setiap variasi debit menunjukkan persentase penyisihan fosfat dari yang tertinggi hingga terendah. Pada persen penyisihan Tinggi 10 cm debit 10 dan 5ml/menit menunjukkan persen penyisihan yang stabil dibanding dengan 15 ml/menit. Pada debit 5 ml/menit persen penyisihan yang tertinggi yaitu 95,38% waktu sampling 480 menit. Pada debit 10 ml/menit persen penyisihan yang tertinggi yaitu 98,71% waktu sampling 480 dan 720 menit. Pada debit 15 ml/menit persen penyisihan yang tertinggi yaitu 93,91% waktu sampling 360 menit.

Berdasarkan persen penyisihan 5 dan 10 ml/menit bahwa tinggi adsorben 10 cm dengan laju alir keduanya membutuhkan waktu sampling yang lebih lama untuk hasil yang maksimal, sedangkan pada debit 15 ml/menit terlihat grafik yang cenderung menurun pada menit 480 kemudian stabil pada menit selanjutnya, hal tersebut terjadi karena tinggi adsorben yang rendah dan debit yang besar maka adsorben akan semakin menurun efektivitasnya.

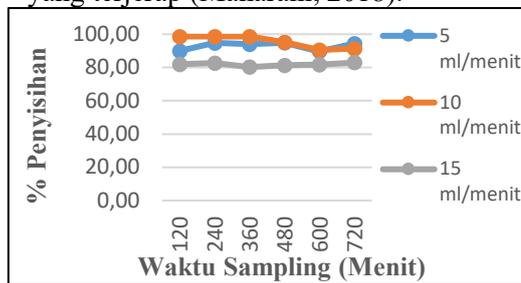


**Gambar-5** Grafik Hubungan Waktu Sampling dengan Persen Penyisihan dalam Berbagai Debit Aliran pada Variasi Tinggi 10 cm.

Pada gambar-6 menunjukkan pada tinggi adsorben 15 cm dengan debit 5 ml/menit puncaknya adalah pada waktu sampling 480 menit sebesar 94,98 %, debit 10 ml/menit pada waktu sampling 120,240,dan 360 menit sebesar 98,71 % dan persen penyisihan tertinggi pada tinggi adsorben 15 cm pada variasi debit 15 ml/menit waktu sampling 720 menit yaitu mencapai 83,02%.

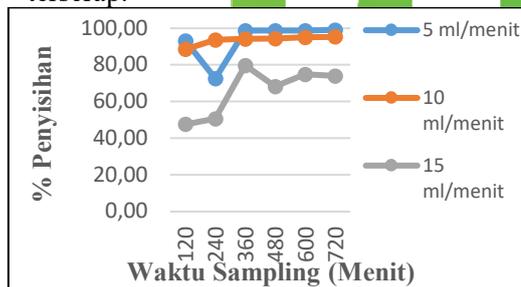
Tinggi adsorben pada kolom adsorpsi mempengaruhi penyisihan fosfat. Hal tersebut dapat dilihat pada grafik dibawah. Pada gambar-6 memiliki persen penyisihan lebih tinggi dibanding pada variasi tinggi lainnya, debit 5 ml/menit persentase yang didapatkan menghasilkan penyisihan fosfat yang lebih tinggi yaitu sebesar 99,07 %. Pada debit 10 ml/menit persen penyisihan tertinggi adalah waktu sampling 720 menit yaitu mencapai 95,02%,sedangkan pada debit 15ml/menit sempat mengalami penurunan di awal menit kemudian terus mengalami kenaikan seiring bertambahnya waktu, hal tersebut terjadi karena ketinggian adsorben semakin tinggi dan debit yang kecil maka membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mendapat hasil penyisihan yang optimum. Tinggi atau volume adsorben dalam kolom adsorpsi yang semakin besar menyebabkan jumlah adsorbat yang terjerap semakin besar dan lebih lama jenuh. Hal tersebut sesuai dengan penelitian sebelumnya

bahwa semakin tinggi atau volume adsorben yang digunakan maka semakin banyak juga jumlah adsorbat yang terjerap (Maharani, 2018).



**Gambar-6** Grafik Hubungan Waktu Sampling dengan Persen Penyisihan fosfat dalam Berbagai Debit Aliran pada Variasi Tinggi 15 cm.

Pada Gambar-7 menunjukkan variasi tinggi 20 cm dengan debit 5 ml/menit merupakan hasil penyisihan fosfat optimum dibandingkan yang lainnya. Hal ini dikarenakan pada tinggi 20 cm jumlah adsorben banyak, maka semakin banyak fosfat yang terserap.

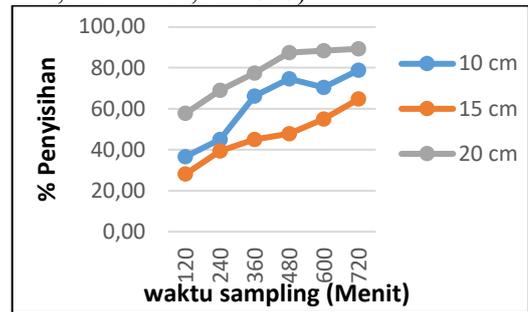


**Gambar-7** Grafik Hubungan Waktu Sampling dengan Persen Penyisihan fosfat dalam Debit Aliran Adsorben pada Variasi Tinggi 20 cm

**D. Pengaruh Debit pada penyisihan Surfaktan anionic**

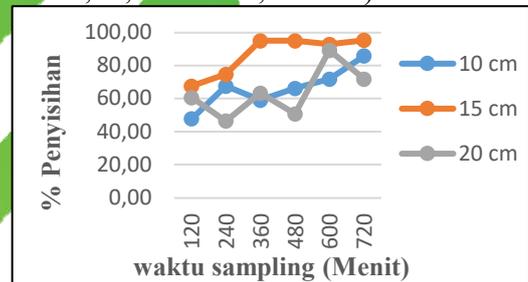
Berikut hasil penyisihan surfaktan anionic pada variasi debit. Setiap debit menunjukkan tingkat persentase yang berbeda-beda. Bisa dilihat gambar-8 menunjukkan bahwa debit mempengaruhi penyisihan surfaktan anionic (detergen) bisa dilihat dari semua variasi debit 5 ml/menit merupakan persen penyisihan paling optimum daripada debit yang lainnya. Hal ini disebabkan semakin kecil variasi debit maka semakin lama pula waktu kontak antara fosfat dan karbon aktif sehingga proses penyerapan

semakin maksimal (Mistar, E. M., Sara, T., & Alfatah, T. 2017).



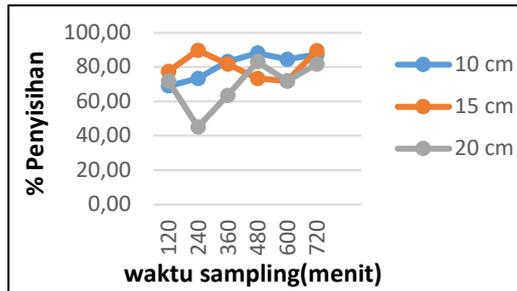
**Gambar-8** Grafik Hubungan Waktu Sampling dengan Persen Penyisihan surfaktan anionic (detergen) dalam Berbagai Tinggi Adsorben pada Debit 5 ml/menit.

Berdasarkan gambar-9 menunjukkan bahwa pada debit ini Surfaktan Anionik (*Detergent*) menurun dengan baik namun kurang maksimal dibandingkan debit 5 ml/menit. Hal ini disebabkan semakin kecil variasi debit maka semakin lama pula waktu kontak antara fosfat dan karbon aktif sehingga proses penyerapan semakin maksimal begitu juga sebaliknya (Mistar, E. M., Sara, T., & Alfatah, T. 2017).



**Gambar-9** Grafik Hubungan Waktu Sampling dengan Persen Penyisihan surfaktan anionic (detergen) dalam Berbagai Tinggi Adsorben pada Debit 10 ml/menit.

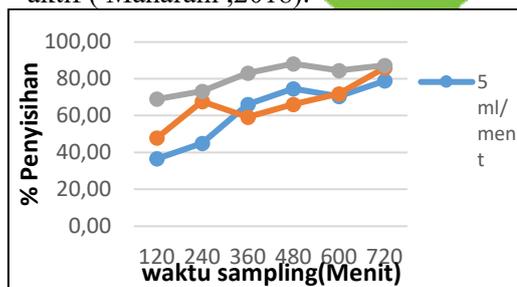
Berdasarkan gambar-10 pada debit 15 ml/menit menunjukkan adanya titik jenuh, dimana ditunjukkan pada variasi tinggi 20 cm mengalami penurunan pada rentang waktu 240 menit dibandingkan dengan variasi debit lainnya. Hal tersebut menunjukkan bahwa debit yang semakin besar akan mendapatkan hasil yang kurang optimum dalam menyisihkan fosfat dalam air limbah (Maharani, 2018).



**Gambar-10** Grafik Hubungan Waktu Sampling dengan Persen Penyisihan Surfaktan Anionik(Detergent) dalam Berbagai Tinggi Adsorben pada Debit 15 ml/menit.

**E. Pengaruh Tinggi pada Surfaktan anionic .**

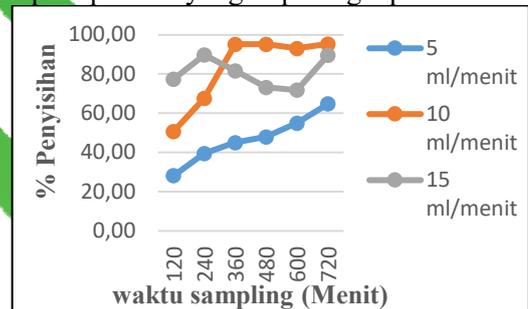
Sama halnya dengan pengaruh variasi tinggi pada penyisihan fosfat penyisihan surfaktan anionic , dimana hal ini ditunjukkan pada gambar -11, gambar-12 dan gambar-13. Pada gambar-11 menunjukkan bahwa semua variasi tinggi 10 cm pun dapat meningkatkan penyerapan namun belum semaksimal variasi ketinggian lainnya . Hal ini dikarenakan volume adsorben lebih sedikit maka semakin sedikit pula waktu kontak dengan surfaktan anionic ( *detergent*) maka semakin sedikit pula luas permukaan sehingga surfaktan anionic ( *detergent*) semakin sedikit terserap oleh karbon aktif ( Maharani ,2018).



**Gambar-11** Grafik Hubungan Waktu Sampling dengan Persen Penyisihan Surfaktan Anionik(Detergent) dalam Berbagai Debit Aliran pada Variasi Tinggi 10 cm.

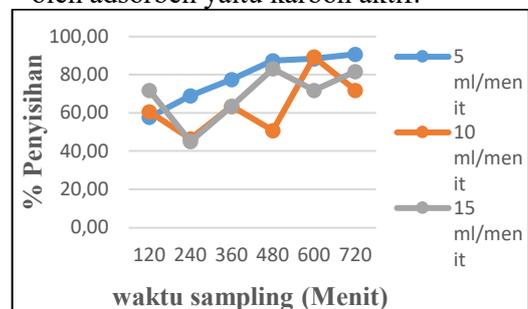
Pada Gambar-12 menunjukkan bahwa dari semua variasi ketinggian, ketinggian 15 merupakan ketinggian paling optimum dibandingkan dengan yang lainnya ,dimana ketinggian 15 cm dengan variasi debit 5 dan 10 ml/menit mengalami kenaikan dibandingkan

dengan debit 15ml/menit. Hal ini disebabkan ketinggian atau volume adsorben lebih tinggi dengan waktu yang lebih banyak maka pori-pori semakin banyak dan semakin luas pula permukaan hal ini dapat meningkatkan penyerapan polutan yaitu fosfat. Menurut ( Rosariawari, F,2008) Peningkatan penyerapan maksimum dikarenakan salah satu faktor tinggi rendahnya penyerapan pada adsorpsi adalah luas permukaan adsorben akan semakin besar, maka semakin besar pula polutan yang terperangkap.



**Gambar-12** Grafik Hubungan Waktu Sampling dengan Persen Penyisihan Surfaktan Anionik(*Detergent*) dalam Berbagai Debit Aliran pada Variasi Tinggi 15 cm.

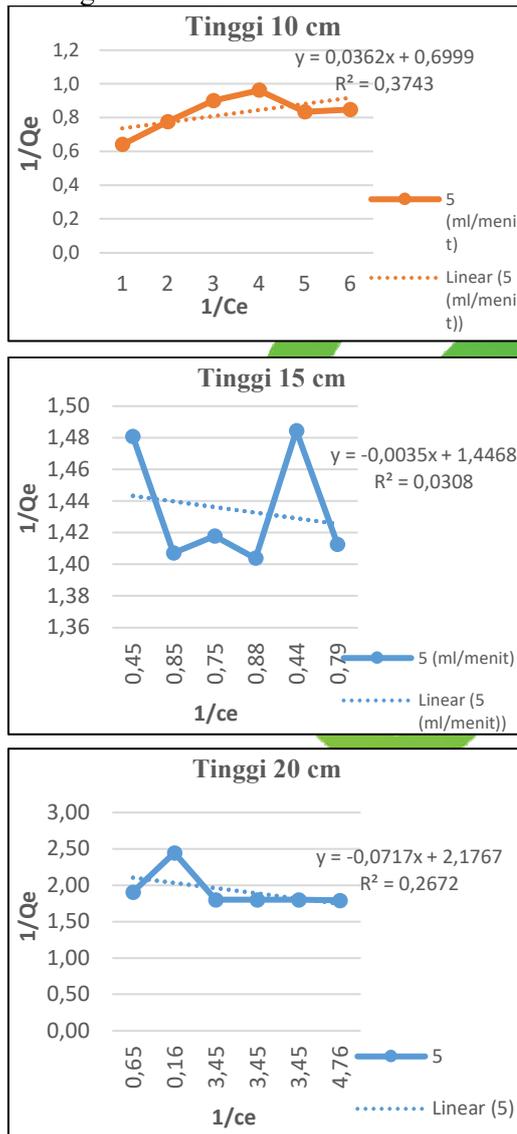
Pada Gambar-13 menunjukkan hasil yang paling optimum dalam penyisihan surfaktan anionik (*detergent*) dibandingkan dengan variasi tinggi yang lain sama hal pada penyisihan fosfat .Hal ini dikarenakan salah satu pengaruh penyerapan adsorpsi yaitu luas permukaan adsorben yang besar, maka semakin besar surfaktan anionik (*detergent*) terserap oleh adsorben yaitu karbon aktif.



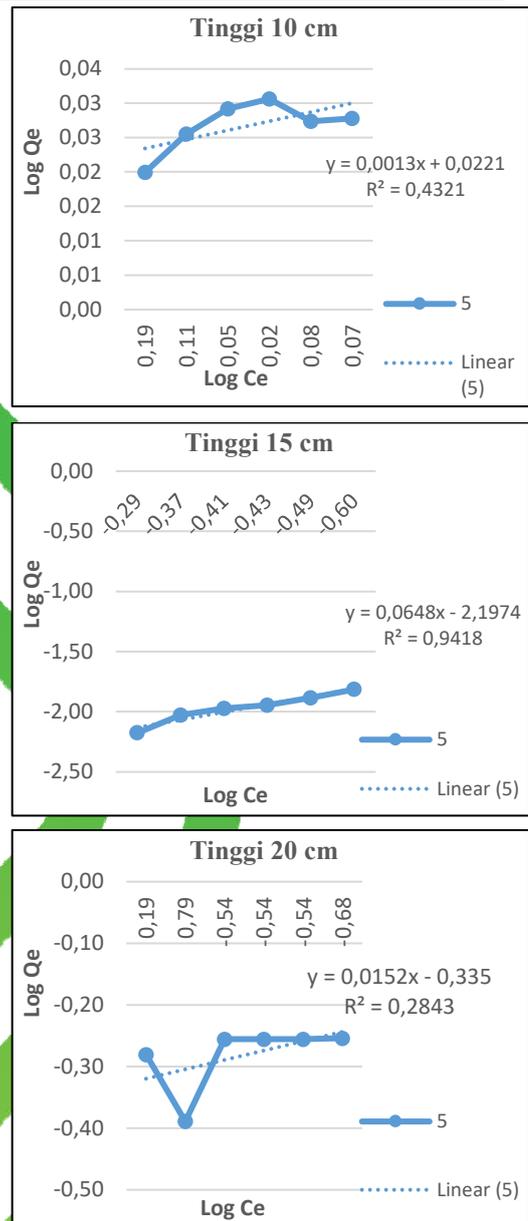
**Gambar-13** Grafik Hubungan Waktu Sampling dengan Persen Penyisihan Surfaktan Anionik(Detergent) dalam Berbagai Debit Aliran pada Variasi Tinggi 20 cm.

**F. Pemodelan Adsorpsi**

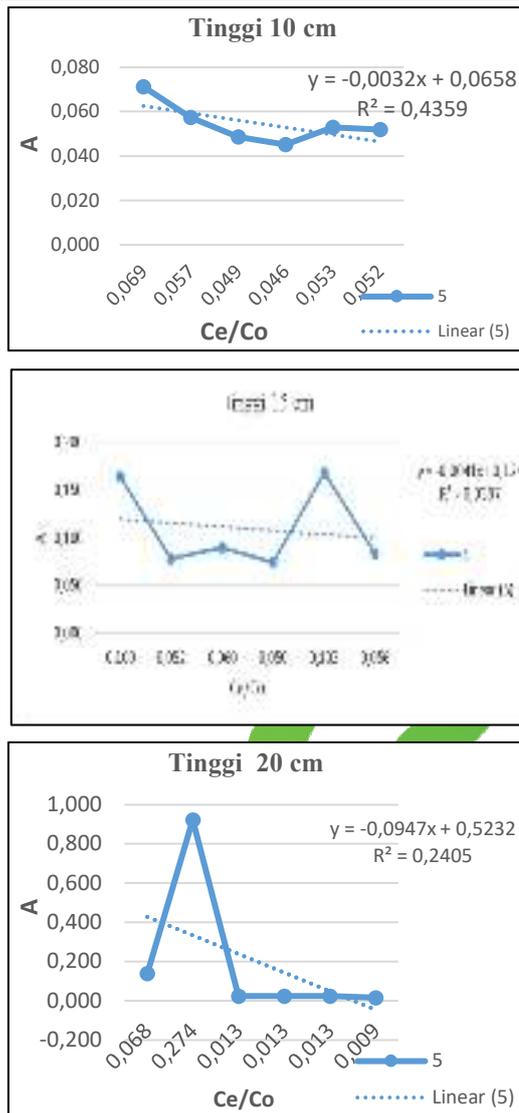
Pada penelitian ini akan dilakukan pemodelan isotherm Langmuir, Freundlich, dan Brunauer-Emmett-Teller (BET) untuk menentukan karakteristik proses adsorpsi. Grafik untuk menentukan isotherm Freundlich, Langmuir, dan Brunauer-Emmett-Teller BET adalah sebagai berikut :



**Gambar-14** Grafik menentukan model Langmuir .



**Gambar-15** Grafik menentukan model freundlich .



**Gambar-16** Grafik menentukan model Brunauer-Emmett-Teller (BET)

Berdasarkan gambar diatas menunjukkan bawah penelitian ini merupakan adsorpsi fisika, dimana dari ketiga pemodelan isotherm freundlich yang paling baik dengan nilai  $R^2$  0,9418. Pernyataan ini sesuai pada prinsip dasar adsorpsi dengan karbon aktif pada proses pengolahan air merupakan proses adsorpsi secara fisika yaitu proses penyerapan adsorbate ( zat yang akan diadsorpsi) dalam air ke permukaan karbon aktif karena adanya gaya tari-menarik antara karbon aktif dengan fosfat dan surfaktan anionic(detergent) yang ada di dalam air gaya Van der Waals .

**KESIMPULAN**

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Efisiensi dari adsorben karbon aktif komersial untuk penurunan tertinggi fosfat yaitu 99,07 % , sedangkan untuk penurunan tertinggi surfaktan anionic (detergen) yaitu sebesar 95,35%.
2. Debit optimum dan ketinggian optimum pada penyisihan fosfat terjadi pada 5 ml/menit dengan ketinggian 20 cm, sedangkan debit optimum dan ketinggian optimum pada penyisihan surfaktan anionic (detergent) terjadi pada 5 ml/menit dengan ketinggian 15 cm.
3. kapasitas adsorbansi karbon aktif komersial dan model adsorpsi *Isotherm* Freundlich dengan nilai koefisiensi regresi linear  $R^2$  tertinggi yaitu 0,9418. Pada *Isotherm* Freundlich Langmuir  $R^2$  tertinggi yaitu 0,3743, sedangkan *BET*  $R^2$  tertinggi  $R^2$  yaitu 0,4359. Dari ketiga model yang sesuai adalah *Isotherm* Freundlich.

**DAFTAR PUSTAKA**

Aditya, K. Penentuan Model Isoterm Adsorpsi Ion Cu (II) pada Karbon Aktif Tempurung Kelapa (Doctoral dissertation, Riau University).

Aini, S., & Supratikno, S. (2018). Penerapan Lima Model Kesetimbangan Adsorpsi Isoterm pada Adsorpsi Ion Logam Chrom VI oleh Zeolit. *Eksergi*, 15(2), 48-53.

Indonesia, P. R. (2013). Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya.

- Jung, K. W., Jeong, T. U., Choi, B. H., Jeong Kang, H., & Ahn, K. H. (2017). *Phosphate Adsorption From Aqueous Solution* by Laminaria Japonica-Derived Biochar-Calcium Alginate Beads In A Fixed-Bed Column: Experiments And Prediction Of Breakthrough Curves. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 36(5), 1365-1373.
- Khoiriyah, W., Sunarto, W., & Susatyo, E. B. (2016). Adsorpsi Linear Alkylbenzene Sulfonate Limbah Laundry Oleh Arang Aktif Kulit Singkong. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 5(2).
- Kriswiyanti, E. A., & Danarto, Y. C. (2007). Model Kesetimbangan Adsorpsi Cr Dengan Rumput Laut. *Ekuilibrum*, 6(2), 48-50.
- Lubis, R., & Atsary, T. (2015). Proses Adsorpsi Senyawa Linier Alkilbenzene Sulfonat (Las) Melalui Arang Aktif Kulit Ubi Kayu. *Biolink (Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan)*, 1(2), 57-70.
- Mistar, E. M., Sara, T., & Alfatah, T. (2017). Pengaruh Laju Alir Terhadap Kinetika Adsorpsi Methylene Blue dengan Karbon Aktif Tempurung Kelapa Teraktivasi NaOH. *Jurnal Serambi Engineering*, 1(2).
- Puspitasari, D. P. (2006). Adsorpsi Surfaktan Anionik pada Berbagai pH Menggunakan Karbon Aktif Termodifikasi Zink Klorida.
- Rosariawari, F. (2008). Penurunan Konsentrasi Limbah Deterjen Menggunakan Furnace Bottom Ash (FBA). *Jurnal Rekayasa Perencanaan*, 4(3), 1-12.
- Slamet, A. A., & Imas, K. K. (2017). Pemanfaatan Limbah Fly Ash Untuk Penanganan Limbah Cair Amonia. *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 39(2), 69-78.
- Suharto, B., Anugroho, F., & Putri, F. K. (2020). Penurunan Kadar Fosfat Air Limbah Laundry Menggunakan Kolom Adsorpsi Media Granular Activated Carbon (GAC). *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 7(1), 36-46.
- Suprianofa, C. (2016). Pembuatan Karbon Aktif dari Kulit Durian sebagai Adsorben Zat Warna dari Limbah Cair Tenun Songket dengan Aktivator KOH (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya).
- Utomo, W. P., Nugraheni, Z. V., Rosyidah, A., Shafwah, O. M., Naashihah, L. K., Nurfitriani, N., & Ullfindrayani, I. F. (2018). Penurunan Kadar Surfaktan Anionik dan Fosfat dalam Air Limbah Laundry di Kawasan Keputih, Surabaya menggunakan Karbon Aktif. *Akta Kimia Indonesia*, 3(1), 127-140.
- Wisnu, I., Siwi, D., & Ika, D. (2009). Penurunan Kandungan Phosphat pada Limbah Cair Industri Pencucian Pakaian (Laundry) Menggunakan Karbon Aktif dari Sampah Plastik dengan Metode Batch dan Kontinyu (Studi Kasus: Limbah Cair Industri Laundry Lumintu Tembalang, Semarang).
- Zaini, H., & Sami, M. (2017). Penyisihan Pb (II) Dalam Air Limbah Laboratorium Kimia Sistem Kolom Dengan Bioadsorben Kulit Kacang Tanah. *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Vol*, 5, 8-14.