

Pengaruh kecepatan pengadukan dan massa adsorben terhadap penurunan kadar fosfat pada pengolahan limbah *laundry*

Roosdiana Mu'in^{*}, Septi Wulandari, Nilam Putri Pertiwi

^{*}Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Palembang-Prabumulih Km 32 Inderalaya, OI, Sumatera Selatan 30662
Email: dian56@yahoo.co.id

Abstrak

Limbah *laundry* merupakan sumber pencemar yang sangat berpotensi untuk menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan seperti eutrofikasi. Hal ini disebabkan kandungan fosfat yang tinggi yang berasal dari salah satu bahan yang terdapat dalam deterjen. Salah satu cara untuk mengurangi fosfat adalah proses adsorpsi. Terdapat banyak bahan yang dapat digunakan sebagai adsorben termasuk limbah plastik polietilen. Selain berguna sebagai adsorben, penggunaan limbah plastik polietilen dapat juga untuk mengurangi pencemaran lingkungan yang diakibatkan banyaknya jumlah sampah plastik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kecepatan pengadukan dan massa adsorben plastik polietilen terhadap penurunan kadar fosfat pada limbah *laundry*. Variabel kecepatan pengadukan yang digunakan yaitu 100, 150 dan 200 rpm. Sedangkan variabel massa adsorben yang digunakan yaitu 3, 4 dan 5 gram. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah 100% fosfat dapat dipisahkan dari limbah laundry dengan kecepatan pengadukan 100 rpm dan massa adsorben sebanyak 4 gram.

Kata kunci: Adsorpsi, adsorben plastik polietilen, eutrofikasi, limbah *laundry*, fosfat.

Abstract

Laundry waste is the source of a potential pollutant that causes negative environmental impacts such as eutrophication, it is because the high phosphate content originating from the ingredients contained in the detergent. One way to reduce phosphate content is the adsorption process. There are many many materials that can be used as an adsorbent including polyethylene plastic waste. besides useful as adsorbent, using of polyethylene plastic waste can also reduce the environmental pollution caused by the large number of plastic garbage. This study aims to determine the effect of stirring speed and the mass of polyethylene adsorbent to decreased levels of phosphate in laundry waste. Mixing speed variation used is 100; 150; and 200 rpm. while the variation mass adsorbent used is 3; 4; and 5 grams. Results obtained from this study is 100% phosphate can be reduced from laundry waste with a stirring speed of 100 rpm and mass adsorbent 4 grams.

Keywords : Adsorption, polyethylene plastic adsorbent, eutrofikation, laundry waste, phosphate

1. PENDAHULUAN

Industri *laundry* saat ini telah berkembang dengan sangat pesat. Industri ini menawarkan jasa untuk membersihkan pakaian, karpet, dan alat-alat rumah tangga lainnya. Selain itu, jasa *laundry* juga dapat mengurangi pengangguran serta meningkatkan taraf hidup manusia. Namun, setiap kegiatan industri pasti menghasilkan limbah. Limbah *laundry* merupakan sumber pencemar yang sangat berpotensi untuk menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan. Lingkungan tercemar akibat limbah *laundry* yang mengandung fosfat yang tinggi yang berasal dari *Sodium Tripoly Phosphate* (STPP) yang merupakan salah satu bahan dalam deterjen. Selain itu, penggunaan plastik juga menjadi permasalahan lingkungan. Dipalembang, sekitar 20% volume sampah perkotaan berupa limbah plastik. 14,5 % sampah plastik mendominasi sampah di sungai dan tanah, berarti setiap hari 150 ton sampah telah dibuang ke tanah dan sungai. Meski tidak beracun, limbah plastik dapat menyebabkan pencemaran tanah selain merusak pemandangan (Anonim, 2011). Tingginya angka penggunaan plastik dan kesadaran masyarakat yang rendah dalam menjaga kebersihan menjadi faktor kebersihan lingkungan yang buruk.

Berdasarkan hal tersebut muncul pemikiran untuk memanfaatkan limbah plastik sebagai bahan pembuatan karbon aktif. Karbon aktif ini diharapkan dapat mengurangi pencemar-pencemar yang terdapat pada limbah industri *laundry*. Diharapkan nantinya pemanfaatan limbah plastik ini dapat mengurangi jumlah sampah dan mengurangi dampak eutrofikasi dari industri *laundry* yang dapat merusak lingkungan.

Limbah Laundry

Limbah cair domestik terbagi dalam dua kategori yaitu limbah cair domestik yang berasal dari air cucian, seperti sabun, deterjen, minyak dan peptisida dan limbah cair domestik yang berasal dari kakus, seperti sabun, *shampoo*, tinja dan air seni (Utami, A. dan Rizkia, 2013). Maka dapat disimpulkan limbah *laundry* termasuk ke dalam kategori limbah cair domestik. Usaha *laundry* dalam prosesnya menggunakan deterjen dan sabun sebagai bahan pencuci. Akan tetapi deterjen lebih sering digunakan daripada sabun karena deterjen dapat menghasilkan buih yang lebih banyak dibandingkan dengan sabun yang menurut kebanyakan orang banyaknya buih mampu menghilangkan kotoran yang berada di pakaian mereka (Astuti, S.W dan Sinaga, 2015). Limbah *laundry* yang dihasilkan dari deterjen

mengandung fosfat yang tinggi berasal dari *sodium tripolyphosphate* (STTP). Jika kandungan fosfat tersebut semakin tinggi maka dapat menimbulkan masalah lingkungan yaitu eutrofikasi.

Tabel 1. Kandungan limbah laundry

Parameter	Kondisi Limbah Laundry	Konsentrasi Batas Pada Emisi Air
Temperatur (°C)	62	30
pH	9,6	6,5-9
Suspended substance (mg/L)	35	80
Sediment substance (mg/L)	2	0,5
Cl ₂ (mg/L)	0,1	0,2
Total nitrogen (mg/L)	2,75	10
Nitrogen ammonia (mg/L)	2,45	5
Total phospat (mg/L)	9,9	1
COD (mg O ₂ /L)	280	200
BOD ₅ (mg O ₂ /L)	195	30
Mineral oil (mg/L)	4,8	10
AOX (mg/L)	0,12	0,5
Anionic surfactant (mg/L)	10,1	1

(Sumber: Ginting, 2008)

Eutrofikasi

Eutrofikasi merupakan proses dimana nutrisi dan bahan organik terakumulasi di dalam air. Sebagian besar eutrofikasi ini disebabkan oleh aktifitas manusia yang tidak ramah lingkungan, salah satunya yaitu penggunaan deterjen yang berlebihan dan menyebabkan

akumulasi fosfor dilingkungan. Beberapa deterjen mengandung fosfat yang cukup tinggi, oleh karena itulah deterjen menjadi salah satu penyebab terjadinya eutrofikasi. Walaupun telah ada undang-undang yang mengatur tentang penggunaan fosfat pada deterjen, namun sepertinya hal ini masih belum mampu menurunkan resiko eutrofikasi.

Eutrofikasi menyebabkan dampak langsung bagi lingkungan sekitarnya seperti matinya ikan-ikan kecil dan *blooming algae* yang sering terjadi di perairan di Indonesia. Jika eutrofikasi terjadi secara berkelanjutan maka pertumbuhan plankton akan semakin meningkat dan dapat menutupi perairan. Dampak lain yang bisa terjadi karena paparan fosfat dari limbah yaitu kualitas air dan keanekaragaman organisme air yang menurun.

Adsorpsi

Adsorpsi adalah suatu proses yang terjadi ketika suatu fluida (cairan maupun gas) terikat pada suatu padatan dan membentuk suatu *film* (lapisan tipis) pada permukaan padatan tersebut. Sedangkan absorpsi fluída terserap oleh fluida lainnya dengan membentuk suatu larutan (Ginting, 2008).

Adsorpsi merupakan suatu proses dimana molekul-molekul fluida menyentuh dan terperangkap pada permukaan padatan. Adsorpsi adalah fenomena fisik yang terjadi saat molekul-molekul gas atau cair dikontakkan dengan suatu permukaan padatan dan sebagian dari molekul-molekul tersebut mengembun pada permukaan padatan. Walaupun adsorpsi biasanya dikaitkan dengan perpindahan dari suatu gas atau cairan ke suatu permukaan padatan, perpindahan dari suatu gas ke suatu permukaan cairan juga terjadi (Suryawan, 2004).

Proses adsorpsi dapat berlangsung jika suatu permukaan padatan dan molekul-molekul gas atau cair dikontakkan dengan molekul-molekul tersebut, maka didalamnya terdapat gaya kohesif termasuk gaya hidrostatis dan gaya ikatan hidrogen yang bekerja diantara molekul seluruh material. Gaya-gaya yang tidak seimbang pada batas fasa tersebut menyebabkan perubahan-perubahan konsentrasi molekul pada *interface solid* atau *liquid*. Macam-macam adsorben yaitu (Ginting, 2008) :

- a) Adsorben yang mengadsorpsi secara kimia, seperti kalsium klorida, *metal hydride*, dan *complex salts*.
- b) Adsorben yang mengadsorpsi secara fisik, seperti karbon aktif, silika gel dan zeolit)
- c) *Composite adsorbent* yang mengadsorpsi secara kimia dan fisik.

Faktor-faktor yang mempengaruhi daya adsorpsi ada 4 faktor, yaitu:

- 1) Tekanan (P), Tekanan yang dimaksud adalah tekanan adsorbat. Kenaikan tekanan adsorbat dapat menaikkan jumlah zat yang diadsorpsi.
- 2) Sifat Bahan Larutan dan Temperatur, faktor yang mempengaruhi adalah kebasaaan (pH) dan senyawa ionik dimana pH menentukan kontak permukaan dengan adsorben dan senyawa ionik menentukan disosiasi antara senyawa elektrolit, temperatur yang dimaksud disini adalah temperatur adsorbat. Berkurangnya temperatur akan menambah jumlah adsorbat yang teradsorpsi demikian juga peristiwa sebaliknya.
- 3) Interaksi Potensial (E), Interaksi potensial antara adsorbat dengan dinding adsorben sangat bervariasi, tergantung dari sifat adsorbat-adsorben.
- 4) Karakteristik adsorben dan karakteristik bahan yang akan diserap. Sifat dari adsorben yang biasanya cenderung mempengaruhi proses adsorpsi adalah bentuk pori, permukaan kimia dan isi dari bahan yang akan diserap. Proses penyerapan bergantung pada kemampuannya menerima (*accessibility*) molekul organik yang masuk kedalam permukaan adsorben yang bergantung kepada ukuran mereka. Karakter yang diperhatikan dari bahan yang akan diserap meliputi ukuran molekul, kelarutan, sifat koligatif (pKa), dan komposisi penyusunnya jika bahan tersebut adalah senyawa aromatik.

Adsorben

Adsorben adalah zat padat yang dapat menyerap komponen atau senyawa tertentu dari suatu fluida (cairan maupun gas). Kebanyakan adsorben adalah bahan-bahan yang mempunyai pori dan daya adsorpsi berlangsung pada dinding-dinding pori atau pada letak-letak tertentu didalam partikel (Anonim, 2012).

Untuk proses adsorpsi dan desorpsi ada 3 jenis adsorben yang biasa dipakai, yaitu:

- 1) Silika gel
Silika gel cenderung mengikat adsorbat dengan energi yang relatif lebih kecil dan membutuhkan temperatur yang rendah untuk proses desorpsinya, dibandingkan menggunakan adsorben karbon aktif ataupun zeolit.
- 2) Karbon Aktif
Karbon aktif dapat dibuat dari kayu, batu bara, dan tempurung kelapa melalui proses *carburizing* dan *pyrolizing* pada temperatur 700-800°C.

3) Zeolit
Zeolit mengandung kristal zeolit yaitu mineral *aluminosilicate* yang disebut sebagai penyaring molekul.

Karakteristik atau syarat-syarat adsorben yang dibutuhkan untuk adsorpsi yang baik (Ginting, 2008), yaitu:

- 1) Mempunyai daya serap yang tinggi
- 2) Berupa zat padat yang mempunyai luas permukaan yang besar
- 3) Tidak boleh larut dalam zat yang akan diadsorpsi
- 4) Tidak boleh mengadakan reaksi kimia dengan campuran yang akan dimurnikan
- 5) Tidak beracun
- 6) Tidak meninggalkan residu berupa gas yang berbau

Plastik

Polimer merupakan senyawa kimia yang memiliki rantai berulang dari atom yang panjang, secara struktural senyawa kimia polimer ini terbentuk dari pengikat yang berupa molekul yang sama atau identik. Molekul yang sama ini disebut dengan monomer. Sekalipun biasanya merupakan senyawa organik (yaitu senyawa yang memiliki rantai karbon), ada juga jenis polimer yang inorganik. Secara umum polimer didefinisikan sebagai substansi yang memiliki lebih dari molekul-molekul tersebut. Salah satu contoh yang paling umum dari jenis polimer ini adalah plastik.

Plastik yang sangat sering kita gunakan sehari-hari yaitu jenis polietilen. Polietilen biasa digunakan sebagai aneka kantong plastik mencakup tas supermarket, botol plastik, dll. Dari sekian banyak jenis plastik yang digunakan, maka jenis *polietilen* menduduki peringkat pertama, kemudian disusul dengan *polipropilen*, *polivinil klorida* dan lain-lain (Wardhana, dkk. 2013).

Tabel 2. Jenis 70lastic, kode, dan penggunaannya

No kode	Jenis Plastik	Penggunaan
1.	PET (polyethylene terephthalate)	Botol kemasan air mineral, botol minyak goreng, jus, botol sambal, botol obat, dan botol kosmetik.
2.	HDPE (High-density Polyethylene)	Botol obat, botol susu cair, jerigen pelumas, dan botol kosmetik.

3.	PVC (Polyvinyl Chloride)	Pipa selang air, pipa bangunan, mainan, taplak meja dari plastik, botol shampo, dan botol sambal.
4.	LDPE (Low-density Polyethylene)	Kantong kresek, tutup plastik, plastik pembungkus daging beku, dan berbagai macam plastik tipis lainnya.
5.	PP (Polypropylene atau Polypropene)	Cup plastik, tutup botol dari plastik, mainan anak, dan margarine.
6.	PS (Polystyrene)	Kotak CD, sendok dan garpu plastik, gelas plastik, atau tempat makanan dari styrofoam.
7.	Other (O), jenis plastik lain selain sari no.1 hingga 6	Botol susu bayi, plastik kemasan, gallon air minum, suku cadang mobil, alat-alat rumah tangga, komputer, sikat gigi dan mainan lego.

(Sumber: Kurniawan, 2012)

Polietilen

Polietilen merupakan film yang lunak, transparan dan fleksibel, mempunyai kekuatan benturan serta kekuatan sobek yang baik. Dengan pemanasan akan menjadi lunak dan mencair pada suhu 110°C. Berdasarkan sifat permeabilitas yang rendah serta sifat-sifat mekanik yang baik, polietilen mempunyai ketebalan 0.001 sampai 0.01 in, yang banyak digunakan sebagai pengemas makanan, karena sifatnya yang termoplastik, polietilen mudah dibuat kantung dengan derajat kerapatan yang baik. Polietilen dibuat dengan proses polimerisasi adisi dari gas etilen yang diperoleh dari hasil samping dari industri minyak dan batubara. Proses polimerisasi yang dilakukan ada dua macam, yakni pertama dengan polimerisasi yang dijalankan dalam bejana bertekanan tinggi (1000-3000 atm) menghasilkan molekul makro dengan banyak percabangan yakni campuran dari rantai lurus

dan bercabang. Cara kedua, polimerisasi dalam bejana bertekanan rendah (10-40 atm) menghasilkan molekul makro berantai lurus dan tersusun paralel.

Polietilen terdiri dari 2 jenis yaitu *Low Density Polyethylene* (LDPE) dan *High Density Polyethylene* (HDPE). Sifat mekanis jenis plastik LDPE adalah kuat, agak tembus cahaya, fleksibel dan permukaan agak berlemak. Pada suhu di bawah 60°C sangat resisten terhadap senyawa kimia, daya proteksi terhadap uap air tergolong baik, sedangkan jenis plastik HDPE mempunyai sifat lebih kaku, lebih keras, kurang tembus cahaya dan kurang terasa berlemak. Sedangkan pada polietilen jenis *low density* terdapat sedikit cabang pada rantai antara molekulnya yang menyebabkan plastik ini memiliki densitas yang rendah, sedangkan *high density* mempunyai jumlah rantai cabang yang lebih sedikit dibanding jenis *low density*.

PAC

PAC merupakan garam dasar khusus aluminium klorida yang memiliki daya koagulasi dan flokulasi yang baik. PAC telah digunakan diberbagai negara didunia seperti Jepang, Inggris maupun Amerika Serikat. PAC banyak digunakan untuk menjernihkan air agar diperoleh air bersih yang nantinya akan digunakan sebagai air domestik ataupun air minum. PAC mempunyai rumus $Al_m(OH)_n Cl_{(3mn)}$. PAC mempunyai derajat polimerisasi yang tinggi, suatu bentuk polimer anorganik dengan bobot molekul yang besar. PAC sangat baik digunakan untuk air yang mempunyai alkalinitas rendah yang membutuhkan penghilangan warna dan waktu reaksi cepat. Bentuk PAC dapat berupa cairan jernih kekuningan atau serbuk berwarna kekuningan. PAC mengandung Al_2O_3 sebanyak 10-12% dan kandungan basa minimal 50% (Noviani, 2012). Berikut merupakan spesifikasi PAC :

Tabel 3. Spesifikasi *PolyAluminium Chloride* (PAC)

Nama Kode	PAC 250 A	PAC 250 AD
Al_2O_3 (%)	10,3 ± 0,3	Min 30,0
Fe (%)	Maks. 0,006	Maks. 0,03
As (ppm)	Maks. 0,5	Maks. 20
Mn (ppm)	Maks. 10	Maks. 75
Cd (ppm)	Maks. 0,3	Maks. 6
Pb (ppm)	Maks. 1,0	Maks. 30
Hg (ppm)	Maks. 0,1	Mkas. 0,6

Cr (ppm)	Maks. 1,0	-
Basicity (%)	51,0 ± 4,0	50,0 ± 5,0
Spesific Gravity (25°C)	1,204 ± 0,004	0,85 ± 0,05
pH (25°C)	2,6 ± 0,3	-
1 w/v soln. pH	4,1 ± 0,5	-
Viskositas (Cp, 25°C)	4,0 ± 0,5	-
Freezing Point (°C)	-12,0 ± 1,0	-

(Sumber: Noviani, 2012)

Segi positif penggunaan PAC adalah rentang pH untuk PAC adalah 6 – 9. Daya koagulasi PAC lebih baik dan flok yang dihasilkan relatif lebih besar. Konsumsi PAC lebih sedikit sehingga biaya penjernihan air persatuan waktu lebih kecil. Sedangkan segi negatif penggunaan PAC adalah penyimpanan PAC cair memerlukan kondisi temperatur maksimal 40°C. PAC tidak keruh bila pemakaiannya berlebihan, sedangkan koagulan utama bila dosis berlebihan bagi air akan keruh, akibat dari flok yang berlebihan. PAC lebih cepat membentuk flok daripada koagulan biasa (Rosariawari, F. dan Mirwan, M., 2010)

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Analisa dan Instrumentasi Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, Laboratorium Bioproses Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dan UPTD Laboratorium Lingkungan Pemerintah Provinsi Sumatera Selatan.

Variabel Yang Diteliti

1. Massa Adsorben Plastik Polietilen,
2. Kecepatan Pengadukan pada proses adsorbsi.

Alat dan Bahan

Alat

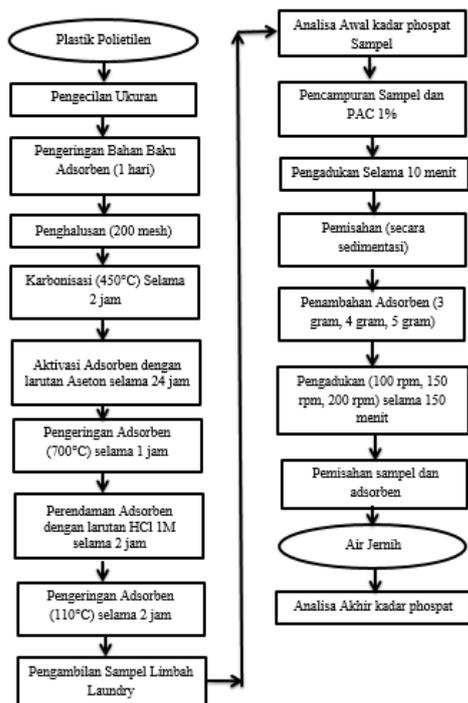
- 1) *Furnace*
- 2) *oven*
- 3) Ayakan No. 250 µm
- 4) Alat-alat pengukur volume; erlenmeyer, gelas beker dan gelas ukur.
- 5) Kertas Saring
- 6) Aluminium Foil
- 7) Kurs Porselen
- 8) Pompa *Vacuum*
- 9) Corong *Buchner*
- 10) Erlenmeyer *Vacuum*

- 11) *Spectrofotometer*
- 12) pH Universal
- 13) mortar
- 14) *magnetic stirrer*

Bahan

1. Limbah Cair Laundry
2. Sampah Plastik Polietilen
3. HCl 10M
4. *Poly Aluminium Chloride (PAC) 1%*

Prosedur Penelitian



Gambar 1. Blok Diagram Pengolahan Limbah Laundry

Pembuatan Karbon Aktif

- 1) Sampah plastik yang berjenis polietilen dibersihkan dari kotoran yang menempel pada permukaan plastik dengan cara dicuci dengan air.
- 2) Plastik dipotong-potong menjadi kecil dan dijemur dibawah terik matahari sehingga menjadi kering.
- 3) Potongan-potongan plastik yang telah kering dimasukkan kedalam cawan petri untuk dipanaskan dalam *furnace* pada temperatur 350°C selama 2 jam.
- 4) Gerus hasil plastik yang telah di *furnace* dengan menggunakan mortal sampai ukuran 250 µm.
- 5) Adsorben diayak dengan menggunakan ayakan 250 µm untuk mendapatkan karbon yang berukuran 250 µm.

- 6) Adsorben diaktivasi dengan cara direndam menggunakan larutan HCl 10M selama 2 jam dengan pengadukan 300 rpm.
- 7) Adsorben disaring dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 110°C selama 3 jam.
- 8) Adsorben digerus kembali menggunakan mortal sampai ukuran 250 µm dan kemudian diayak.

Persiapan Sampel

- 1) Pengambilan Sampel Limbah Laundry
- 2) Analisa awal sampel limbah laundry. Analisa dilakukan dengan menggunakan *Spectrofotometer* untuk mengetahui kadar fosfat yang terkandung didalam air.

Proses Adsorpsi

- 1) Limbah cair *laundry* sebanyak 250 mL dimasukkan ke dalam gelas beker 1000 mL.
- 2) *Poly Aluminium Chloride (PAC) 1%* 25 mL dimasukkan kedalam gelas beker tersebut.
- 3) Larutan diaduk selama 10 menit dengan kecepatan 300 rpm lalu didiamkan agar terjadi sedimentasi lalu pisahkan air jernih dan solidnya.
- 4) Adsorben dari plastik polietilen ditambahkan kedalam air jernih yang telah di tes sebanyak 3 gram, 4 gram dan 5 gram.
- 5) Air diaduk dengan kecepatan 100 rpm, 150 rpm, dan 200 rpm selama 150 menit.
- 6) Air dipisahkan dengan Adsorben menggunakan kertas saring.
- 7) Analisa dilakukan dengan menggunakan *Spectrofotometer* untuk mengetahui kadar fosfat yang terkandung didalam air.

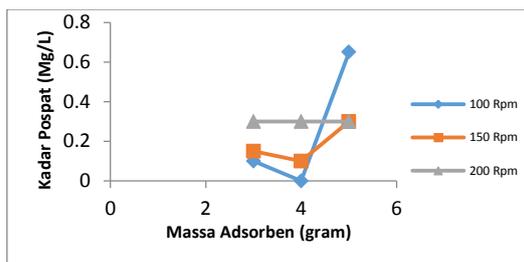
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa kadar fosfat pada limbah laundry sebelum di proses

Limbah laundry yang akan diberi perlakuan berupa adsorpsi menggunakan adsorben plastik polietilen dianalisa kadar fosfat. Analisa dilakukan dengan menggunakan alat spektrofotometer. Setelah analisa didapat kadar fosfat pada limbah laundry sebesar 59,6 mg/l. Limbah laundry tersebut kemudian diberi perlakuan berupa penambahan PAC 1% 25 mL pada 250 mL limbah laundry sebagai *pre-treatment* untuk membantu kinerja pada proses selanjutnya. Limbah laundry kemudian di analisa lagi untuk mengetahui jumlah penurunan kadar fosfat setelah dilakukan *pre-treatment*. Analisa ini dilakukan dengan cara mengambil rata-rata hasil analisa dari 3 sampel dengan jumlah PAC yang

sama. Dari hasil analisa didapat kadar fosfat pada limbah laundry setelah diberi PAC 1% 25 mL yaitu sebesar 13,8 mg/l. Kadar fosfat tersebut masih belum memenuhi baku mutu air domestik pada PERGUB SUMSEL No.8 TAHUN 2012 yaitu sebesar 2 mg/l. Maka dilakukanlah proses adsorpsi menggunakan adsorben plastik polietilen untuk menurunkan kadar fosfat sampai dengan baku mutu yang berlaku.

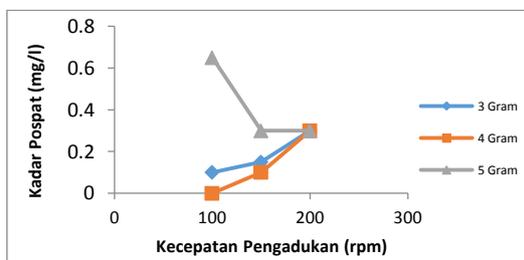
Pengaruh Massa Adsorben terhadap kadar fosfat pada limbah laundry



Gambar 2. Pengaruh Massa Adsorben Terhadap Kadar Fosfat

Pada gambar 2. tampak bahwa kadar fosfat menurun sampai massa adsorben sebanyak 4 gram sedangkan pada massa adsorben 5 gram kadar fosfat kembali naik. Hal ini disebabkan karena jumlah adsorben yang terlalu banyak sehingga tidak efektif lagi untuk proses penyerapan. Kadar awal fosfat sebelum diproses menggunakan adsorben yaitu sebesar 13,8 mg/l, pada massa adsorben 3 gram kadar fosfat turun menjadi 0,1 mg/l, pada massa adsorben 4 gram kadar fosfat menjadi 0 mg/l sedangkan pada massa adsorben 5 gram kadar fosfat naik menjadi 0,65 mg/l. Didapatkan bahwa penurunan kadar fosfat pada limbah laundry terbaik terdapat pada massa adsorben sebanyak 4 gram dengan kadar fosfat 0 mg/l.

Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap penurunan kadar fosfat

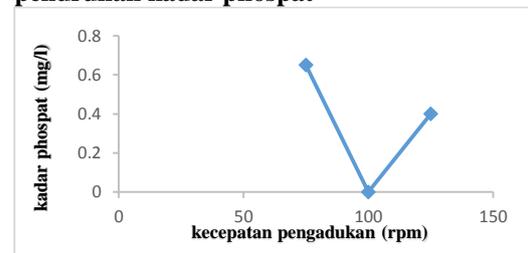


Gambar 3. Pengaruh Kecepatan Pengadukan Terhadap Kadar Fosfat

Pada tabel 3. tampak bahwa semakin tinggi kecepatan pengadukan maka semakin tinggi kadar fosfat pada limbah laundry. Hal ini

berarti pengadukan yang terlalu cepat membuat proses adsorpsi tidak berjalan dengan baik. Pengadukan yang terlalu cepat akan membuat permukaan adsorben rusak yang disebabkan adanya panas akibat kecepatan pengadukan sehingga membuat penyerapan pada permukaan adsorben tidak berjalan dengan baik. Oleh karena itu, dengan kecepatan pengadukan yang tepat akan membuat adsorbat mudah terserap pada permukaan adsorben. Pada kecepatan 100 rpm, kadar fosfat turun menjadi 0 mg/l, kecepatan 150 rpm turun menjadi 0,1 mg/l sedangkan kecepatan 200 rpm turun menjadi 0,3 mg/l. Pada penelitian ini didapat kecepatan pengadukan yang paling baik yaitu pada 100 rpm dengan penurunan kadar fosfat sampai 0 mg/l.

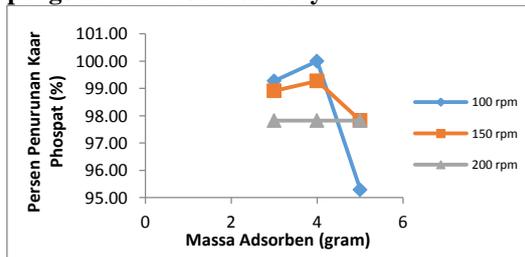
Optimasi kecepatan pengadukan terhadap penurunan kadar fosfat



Gambar 4. Hubungan Kecepatan Pengadukan Terhadap Kadar Fosfat Dengan Adsorben 4 gram

Pada gambar 4. tampak bahwa kecepatan pengadukan sangat mempengaruhi jumlah adsorbat yang terserap. Pada penelitian sebelumnya, sudah dilakukan perlakuan kecepatan pengadukan dengan variabel 100, 150 dan 200 rpm. Didapatkan bahwa kecepatan pengadukan terbaik adalah 100 rpm dengan kadar fosfat sebesar 0 mg/l. Untuk mengetahui apakah 100 rpm merupakan kecepatan yang paling optimal maka dilakukan penambahan variabel kecepatan yaitu 75, 100 dan 125 rpm dengan massa adsorben tetap yaitu 4 gram. Kemudian didapatkan hasil pada kecepatan pengadukan 75 rpm kadar fosfat pada limbah laundry turun menjadi 0,65 mg/l dan pada 125 rpm menjadi 0,4 mg/l. Hal ini berarti bahwa pada pengadukan 75 rpm, kecepatan tersebut belum mampu membuat adsorbat melekat pada permukaan adsorben sedangkan pada pengadukan 125 rpm, kecepatan sudah terlalu cepat sehingga adsorben tidak bekerja dengan baik. Dengan demikian, kecepatan pengadukan terbaik pada proses adsorpsi pada limbah laundry yaitu pada 100 rpm.

Persen penurunan kadar fosfat pada pengolahan limbah laundry



Gambar 5. Efisiensi Penurunan Kadar Fosfat Pada Limbah Laundry

Pada gambar 5. tampak bahwa massa adsorben dan kecepatan sangat mempengaruhi efektifitas penurunan kadar fosfat pada limbah laundry. Efektifitas penurunan merupakan kemampuan adsorben dalam menurunkan kadar fosfat pada limbah laundry. Dari masing-masing variabel jumlah penurunan kadar fosfat tidak akan sama. Hal ini berarti terdapat kondisi optimum untuk mendapatkan hasil kerja adsorben yang baik. Dari penelitian yang sudah dilakukan, untuk kecepatan 100 rpm dengan massa adsorben 3, 4 dan 5 gram didapat efisiensi penurunan kadar fosfat berturut-turut yaitu 99,83 %, 100% dan 98,91%. Untuk kecepatan pengadukan 150 rpm dengan massa adsorben 3,4 dan 5 gram didapat efisiensi penurunan kadar fosfat berturut-turut yaitu 99,75%, 99,83% dan 99,50%. Untuk kecepatan pengadukan 200 rpm dengan massa adsorben 3,4 dan 5 gram didapat efisiensi penurunan kadar fosfat konstan yaitu 99,50%. Dengan demikian, kondisi terbaik untuk penurunan kadar fosfat dengan adsorben plastik polietilen terbaik pada massa adsorben sebanyak 4 gram dan kecepatan pengadukan sebesar 100 rpm.

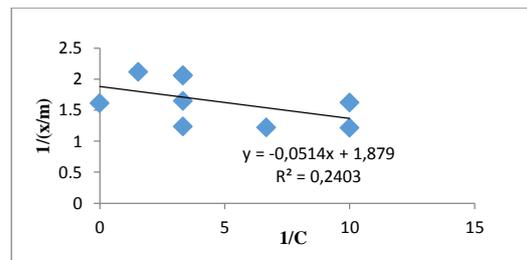
Analisa Limbah Laundry Dengan Proses Adsorpsi Tanpa Penggunaan PAC

Limbah laundry yang akan di beri perlakuan berupa proses adsorpsi sebelumnya dilakukan analisa kadar fosfat awalnya. Setelah dilakukan analisa awal didapatkan kadar fosfat pada limbah laundry sebanyak 22,3 mg/L. Pada proses adsorpsi kali ini tidak dilakukan penambahan PAC untuk mengetahui kemampuan penyerapan adsorben tanpa *pre-treatment*. Kemudian limbah diproses dengan menggunakan adsorben dengan variabel massa adsorben sebanyak 4 gram dan kecepatan pengadukan sebesar 100 rpm dengan waktu pengadukan 150 menit. Setelah dilakukan analisa akhir, didapatkan kadar fosfat pada limbah laundry tersebut sebesar 2,35mg/L. Ini berarti adsorben dapat menurunkan kadar fosfat

sebesar 89,46%. Hal ini membuktikan bahwa yang berperan lebih besar pada penurunan kadar fosfat pada limbah laundry ini adalah adsorbennya. Namun dengan kadar fosfat tersebut, limbah laundry belum memenuhi baku mutu air domestik sebesar 2 mg/L.

Uji Persamaan Isotermn Langmuir dan Isotermn Freundlich

Untuk mengetahui kapasitas maksimum adsorpsi yang dapat diserap oleh karbon aktif plastik polietilen terhadap pospat maka dilakukan dengan menggunakan uji persamaan isotermn *Langmuir* dan *Freundlich*. Uji persamaan isotermn *Langmuir* dilakukan untuk mengetahui kapasitas adsorpsi yang dikaji menggunakan kurva isoterm adsorpsi yang dibuat dengan cara memplotkan konsentrasi pospat dalam kesetimbangan versus jumlah pospat yang teradsorpsi. Kurva persamaan isotermn *Langmuir* ditunjukkan pada gambar 6. dibawah ini:



Gambar 6. Grafik persamaan isotermn langmuir pada adsorpsi pospat oleh karbon aktif plastik polietilen

Berdasarkan grafik persamaan isotermn *Langmuir* pada gambar 6 dapat ditentukan harga kapasitas maksimum penyerapan (q_m) dan konstanta *Langmuir* atau tetapan kesetimbangan (b) dari intersep kurva.

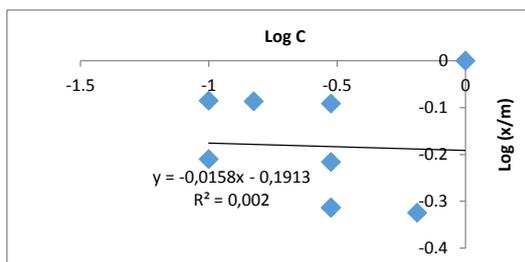
Tabel 4. Nilai Konstanta Pada Persamaan Isotermn Adsorpsi *Langmuir*

Adsorben	R ²	q _m (mg/g)	B
Karbon aktif plastik polietilen	0,2403	0,532197978	36,55642023

Dapat dilihat pada tabel 4. bahwa kapasitas maksimum penyerapan (q_m) menurut persamaan *Langmuir* yaitu sebesar 0,532197978 mg/g dengan koefisien regresi 0,2403 dan harga konstanta *Langmuir* -36,55642023. Maka, karbon aktif plastik polietilen dapat digunakan sebagai adsorben untuk mengadsorpsi pospat.

Uji persamaan isoterm *Freundlich* dikaji menggunakan kurva log (x/m) jumlah adsorbat

yang terserap versus log konsentrasi pospat, Kurva persamaan isotermin Freundlich ditunjukkan pada Gambar 7. dibawah ini:



Gambar 7. Grafik persamaan isotermin *Freundlich* pada adsorpsi pospat oleh karbon aktif plastik polietilen

Berdasarkan grafik persamaan isotermin *Freundlich* pada gambar 7. dapat ditentukan harga kapasitas maksimum penyerapan (K) dan intensitas *Freundlich* (n) dari intersep kurva.

Tabel 5. Nilai Konstanta Pada Persamaan Isotermin Adsorpsi *Freundlich*

Adsorben	R ²	K	N
Karbon aktif plastik polietilen	0,002	0,825884786	63,29113924

Dapat dilihat pada tabel 5. bahwa nilai K menurut persamaan *Freundlich* yaitu sebesar 0,825884786 dengan koefisien regresi 0,002 dan harga intensitas *Freundlich* -63,29113924. Dari kedua uji persamaan isotermin diatas diketahui bahwa persamaan isotermin *Langmiur* dapat digunakan dalam proses adsorpsi pospat dibandingkan persamaan isotermin *Freundlich* dikarenakan regresi R² pada persamaan *Langmiur* lebih besar dan mendekati angka 1 yaitu 0,2403 dibandingkan persamaan isotermin *Freundlich* yang hanya 0,002.

4. KESIMPULAN

- 1) Kecepatan pengadukan dapat mempengaruhi penurunan kadar pospat pada limbah cair laundry, kecepatan pengadukan yang terbaik didapatkan pada kecepatan pengadukan 100 rpm.
- 2) Massa adsorben dapat mempengaruhi penurunan kadar pospat pada limbah cair laundry, massa adsorben yang optimal didapatkan pada berat 4 gram.
- 3) Hasil penurunan kadar pospat yang baik didapatkan pada kecepatan pengadukan 100 rpm dan massa adsorben 4 gram dengan kadar pospat 0 mg/l dari limbah laundry dengan kadar 59,6 mg/l.

- 4) Penggunaan adsorben dari plastik polietilen dapat menurunkan kadar pospat pada limbah laundry mencapai 100%.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2011. *Ancaman limbah plastik di kota Palembang*. <http://dokumen.tips/documents/ancaman-limbah-plastik-dikota-palembang.html>. diakses pada tanggal 1 Oktober 2016.
- Anonim. 2016. Pengertian Adsorpsi dan Absorpsi. (Online). <http://www.ilmukimia.org/2016/01/adsorpsi-dan-absorpsi.html>. diakses pada tanggal 2 Oktober 2016.
- Astuti, S.W dan Sinaga, M. S. 2015. *Pengolahan Limbah Laundry Menggunakan Metode Biosand Filter Untuk Mendegradasi Fosfat*. Jurnal Teknik Kimia USU, Vol. 4, No.2
- Ginting, F. D. 2008. *Pengujian Alat Pendingin Sistem Adsorpsi Dua Adsorber dengan Menggunakan Metanol 1000 ml Sebagai Refrigeran*. Laporan Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Hutomo, S. W. S. 2015. *Keefektifan Dosis Poly Aluminium Chloride (Pac) Dalam Menurunkan Kadar Phosphate Pada Air Limbah Laundry Di Gatak Gede, Boyolali*. Laporan Tugas Akhir Jurusan Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Kurniawan, A. 2012. *Mengenal Kode Kemasan Plastik yang Aman dan Tidak*. <http://ngeblogging.wordpress.com/2012/06/14/mengenal-kodekemasan-plastik-yang-aman-dan-tidak/>, diakses pada 20 Oktober 2016.
- Maretha, N. A. dkk. 2013. *Pengolahan Limbah laundry dengan Penambahan Koagulan polyaluminium Chloride (PAC) Dan filter Karbon Aktif*.
- Noviani, H. 2012. *Analisis Penggunaan Koagulan Poly Aluminium Chloride (Pac) Dan Kitosan Pada Proses Penjernihan Air Di Pdam Tirta Pakuan Bogor*. Universitas Pakuan : Bogor.
- Pratiwi, Y., dkk. 2012. *Uji Toksisitas Limbah Cair Laundrysebelum Dan Sesudah Diolah Dengan Tawas Dan Karbon Aktif Terhadap Bioindikator (Cyprinus carpio L)*. Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III ISSN: 1979-911X Yogyakarta.
- Rosariawari, F. dan Mirwan, M. 2010. *Effektifitas Pac Dan Tawas Untuk*

- Menurunkan Kekeruhan Pada Air Permukaan.* Jurnal Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional, Jawa Timur.
- Stefhany, C.A., dkk. 2013. *Fitoremediasi Phospat Dengan Menggunakan Tumbuhan Eceng Gongok (Eichhornia Crassipes) Pada Limbah Cair Industri Kecil Pencucian Pakaian Laundry.* Jurnal Teknik Lingkungan ITENAS. No 1, Vol. 1
- Surono, B. U. 2013. *Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak.* Jurnal Teknik Vol.3 No.1.
- Suryawan, B. 2004. *Karakteristik Zeolit Indonesia sebagai Adsorben Uap Air.* Universitas Sriwijaya, Jakarta.
- Utami, A. dan Rizkia. *Pengolahan Limbah Cair Laundry dengan Menggunakan Biosand Filter dan Activated Carbon.* Jurnal Teknik Sipil Untan/Volume 13 Nomor 1- Juni, Tangerang 2013.
- Wardhana, I.W., dkk. 2013. *Penggunaan Karbon Aktif Dari Sampah Plastik Untuk Menurunkan Kandungan Phosphat Pada Limbah Cair.* Jurnal Presipitasi Vol. 10 No.1, 1907.