

TEKNIK PENYARINGAN LIMBAH CAIR LAUNDRY DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM FAS (FILTRASI, ABSORPSI DAN SEDIMENTASI)

FILTRATION TECHNIQUE OF LAUNDRY LIQUID WASTE USING FAS (FILTRATION, ABSORPTION, AND SEDIMENTATION) SYSTEM

Oleh: Rizky Aji Saputra¹, Suparno²

¹Mahasiswa Program Studi Fisika FMIPA UNY

²Dosen Program Studi Fisika FMIPA UNY

milanrizky10@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan (1) mengetahui pengaruh volume dan jenis *absorbent* pada penyaringan limbah cair *laundry* terhadap tegangan permukaan, viskositas, intensitas transmisi cahaya, pH, dan TDS, (2) mengetahui pengaruh jenis *absorbent* pada penyaringan limbah cair *laundry* terhadap kadar fosfat, (3) mengetahui komposisi variasi jenis *absorbent* pada penyaringan limbah cair *laundry* terhadap tegangan permukaan, viskositas, intensitas transmisi cahaya, TDS, pH, dan kadar fosfat. Metode yang digunakan dalam proses penjernihan limbah cair *laundry* adalah sistem FAS. Proses absorpsi dilakukan dengan melewati air kotor (sampel limbah cair *laundry*) ke dalam sistem FAS, kemudian hasil penyaringan ditampung untuk selanjutnya diteliti. kemudian hasil penyaringan ditampung untuk selanjutnya diteliti. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar fosfat dipengaruhi oleh banyaknya karbon yang digunakan dalam proses penyaringan. Untuk semua absorbent, kadar fosfat terbaik diperoleh pada saat volume maksimal karbon aktif pada volume 2.450 ml (0,44 mg/l), pasir pada volume 3.300 ml (2,59 mg/l) dan kerikil pada volume 2.700 ml (21,65 mg/l). Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa volume *absorbent* berpengaruh terhadap kejernihan dan kandungan deterjen. Absorpsi maksimum terdapat pada karbon aktif bambu pada volume 2.450 ml dengan nilai efisiensi transmisi ($89,90 \pm 1,61$ %), tegangan permukaan (72 ± 2) mN/m, viskositas ($0,89 \pm 0,01$) cP dan pH (6,9). Sedangkan untuk nilai TDS maksimum terdapat pada pasir pada volume 3.300 ml ($220,0 \pm 0,5$) ppm. Bahan *absorbent* berupa karbon aktif bambu memiliki daya serap yang terbaik dibandingkan pasir pantai Indrayanti dan kerikil sungai Krasak.

Kata Kunci: karbon aktif bambu, pasir pantai Indrayanti, kerikil sungai Krasak, fosfat, efisiensi transmisi (A), sistem FAS.

Abstract

This research is aimed to (1) determine the effect of volume and type of absorbent in laundry liquid waste filtration toward surface tension, viscosity, light transmission efficiency, pH, and TDS, (2) determine the effect of type of absorbent in laundry liquid waste filtration toward level of phosphate, (3) determine composition of varied type of absorbent in laundry liquid waste filtration toward surface tension, viscosity, light transmission efficiency, pH, TDS, and level of Phosphate. The method used in laundry liquid waste purification process is FAS system. Absorption process occurred when soiled water (laundry liquid waste sample) entering FAS system, while the result of purification process is collected for investigation. The result of research shows that the level of phosphate is affected by the amount of carbon used in purification process. Among all absorbent, the best phosphate level is gained when the maximum volume of activated carbon is 2.450 ml (0,44 mg/l), sand 3.300 ml (2,59 mg/l), and pebble 2.450 ml (21,65 mg/l). The result also indicates that absorbent volume affects the purity and the level of contained detergent. Maximum absorption is gained when the volume of activated carbon is 2.450 ml with transmission efficiency value ($89,90 \pm 1,61$ %), surface tension (72 ± 2) mN/m, viscosity ($0,89 \pm 0,01$) cP, and pH (6,9). While for maximum value of TDS is gained when the volume of sand is 3.300 ml ($220,0 \pm 0,5$) ppm. Activated bamboo carbon as absorbent material has best level in absorption compared with Indrayanti beach sand and Krasak river pebble.

Keywords: Activated bamboo carbon, sand of Indrayanti beach, pebble of Krasak river, absorption efficiency (A), FAS system, Phosphate

PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang diperlukan untuk hajat hidup manusia, bahkan oleh semua makhluk hidup. Oleh karena itu,

sumber daya air harus dilindungi agar tetap dapat dimanfaatkan dengan baik oleh manusia serta makhluk yang lain. Pemanfaatan air untuk berbagai kepentingan harus dilakukan secara

bijaksana, dengan memperhitungkan kepentingan generasi yang akan datang (Effendi, H., 2003). Namun kini banyak air yang tercemar oleh berbagai industri termasuk industri *laundry*.

Industri *laundry* menghasilkan limbah yang berubah secara fisika (intensitas transmisi cahaya, tegangan permukaan, viskositas, dan TDS) dan kimia (pH dan kadar fosfat). Pada limbah cair *laundry*, fosfat berperan sebagai builder (pembentuk) yang berfungsi meningkatkan efisiensi pencuci dari surfaktan dengan cara menon-aktifkan mineral penyebab kesadahan air dengan cara mengikat ion kalsium dan magnesium (Rahayu, 2007). Baku mutu fosfat menurut Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 adalah 5 mg/L.). Fosfat merupakan senyawa ionik yang dapat mengikat darah dan memungkinkan terjadinya penggumpalan darah pada pembuluh darah apabila asupan air minum atau makanan manusia mengandung fosfat dengan kadar berlebih (Wimpenny dkk., 2000). Fosfat juga dapat membuat suatu tumbuhan tumbuh dengan sangat cepat dibandingkan dengan pertumbuhan normal yang disebabkan pengayaan nutrisi atau unsur hara berupa nitrogen (N) dan fosfor (P) yang merupakan bahan anorganik yang dibutuhkan oleh tumbuhan. Dengan perkembangan tumbuhan pada perairan yang sangat cepat menyebabkan perairan tertutupi oleh tumbuhan sehingga sinar matahari tidak dapat masuk ke dalam perairan yang pada akhirnya menghambat sistem metabolisme dari organisme yang hidup di dalam air yang memerlukan cahaya matahari.

Upaya untuk menjernihkan kembali limbah cair laundry dapat dilakukan dengan menggunakan sistem FAS (Filtrasi, Absorpsi, dan Sedimentasi). Filtrasi adalah suatu proses pemisahan zat padat dari fluida (gas maupun cair) yang membawanya menggunakan medium berpori atau bahan berpori lain untuk menghilangkan sebanyak mungkin zat padat halus yang tersuspensi dan koloid (Droste, 1997), filtrasi terjadi pada semua bahan *absorbent* dan dipengaruhi oleh ukuran bahan *absorbent*, semakin kecil ukuran *absorbent* maka hasil filtrasi akan semakin baik. Absorpsi merupakan proses terjebak partikel atau adsorbat oleh bahan yang berpori/*absorbent* (Nurhidayati, 2009). Proses ini terjadi pada semua jenis *absorbent* dan dipengaruhi oleh besarnya pori yang mana semakin besar pori maka penyaringan akan semakin baik hasilnya. Sedimentasi adalah pemisahan padatan dan cairan menggunakan pengendapan secara gravitasi untuk menyisahkan padatan tersuspensi (Reynolds, 1996). Proses ini terjadi terutama pada saat air mengalir ke atas di dalam kolom ke 2 dan ke 4. Pada saat itu logam berat yang massa jenisnya lebih besar dari air akan cenderung melakukan sedimentasi ke dalam kolom. Dalam sistem FAS ini digunakan bahan *absorbent* berupa karbon aktif bambu, pasir pantai Indrayanti, dan kerikil sungai Krasak.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini mulai dilaksanakan pada Juli 2015 hingga Desember 2015, bertempat di Laboratorium Fisika FMIPA UNY dengan sampel karbon aktif bambu dibuat di Laboratorium Biologi FMIPA UNY,

pengayakan bahan *absorbent* dilakukan di Laboratorium Bangunan FT UNY dan penelitian fosfat dilakukan di Laboratorium Fisika dan Kimia STTL kampus II Yogyakarta.

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen. Eksperimen dilakukan untuk mengetahui volume dan komposisi variasi *absorbent* yang berupa karbon aktif bambu, pasir pantai Indrayanti, dan kerikil sungai Krasak pada penyaringan limbah cair *laundry*.

Pengukuran intensitas transmisi cahaya dilakukan dengan menggunakan Luxmeter, kandungan partikel terlarut dengan menggunakan TDSmeter, pH menggunakan pHmeter, tegangan permukaan menggunakan metode cincin de Nouy, viskositas menggunakan pipa kapiler dan kadar fosfat menggunakan spektrofotometer.

Tahap Pengolahan Data

Efisiensi transmisi (A) dapat ditentukan melalui Persamaan 1.

$$A = (I_0 / I_t) \times 100 \% \tag{1}$$

Dengan: A adalah efisiensi transmisi cahaya (%), I_0 adalah intensitas cahaya standar (Lux), dan I_t adalah intensitas cahaya hasil filtrasi (Lux).

Tegangan permukaan air yang telah diberi perlakuan ditentukan dengan Persamaan 2.

$$\gamma = \frac{F_2}{\pi(d_1 + d_2)} \tag{2}$$

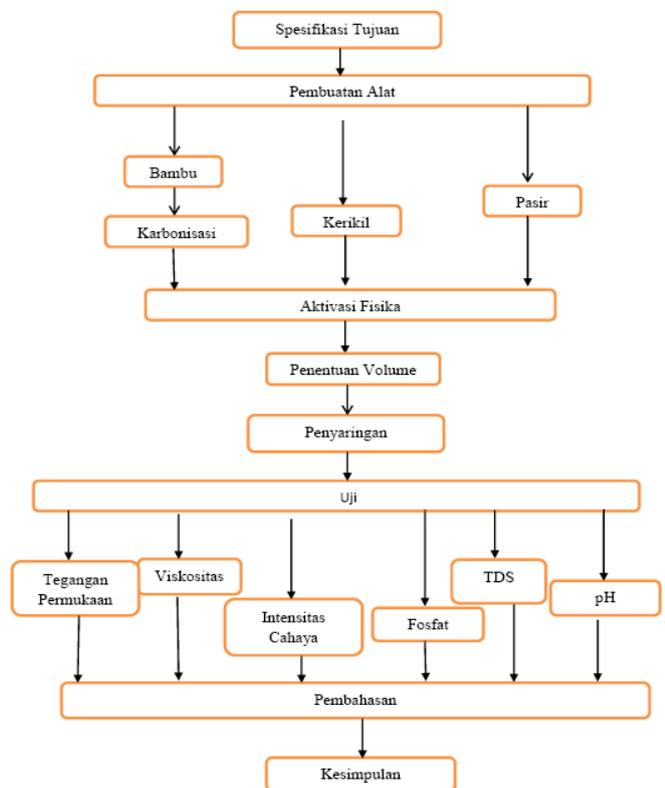
- F_2 : Gaya permukaan larutan untuk mempertahankan permukaannya (mN)
- γ : Tegangan permukaan (mN/m)
- d_1 : Diameter dalam cincin *du Nouy* (m)
- d_2 : Diameter luar cincin *du Nouy* (m)

Viskositas air yang telah diberi perlakuan ditentukan dengan Persamaan 3.

$$\eta_2 = \frac{\rho_2 t_2 \eta_1}{\rho_1 t_1} \tag{3}$$

- η_1 = viskositas air (poise)
- η_2 = viskositas larutan yang diuji (poise)
- ρ_1 = massa jenis air (g/cm³)
- ρ_2 = massa jenis larutan yang diuji (g/cm³)
- t_1 = waktu alir air (detik)
- t_2 = waktu alir larutan (detik)

Adapun langkah kerja penelitian ini adalah seperti pada Gambar 1. berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

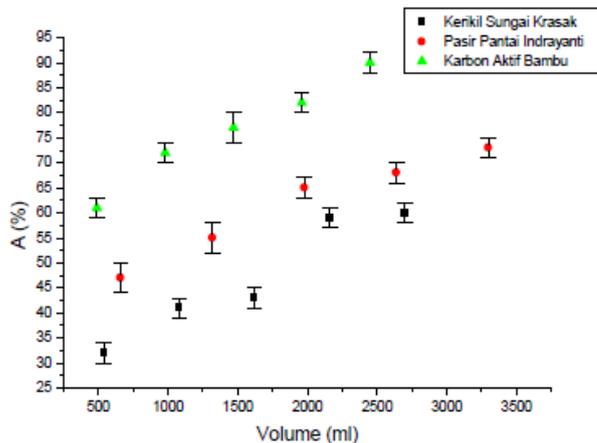
Besarnya efisiensi penyerapan (A) yang dilakukan akan dipengaruhi oleh volume dan jenis *absorbent* yang digunakan. Adapun kondisi limbah cair *laundry* sebelum dilakukan proses penyaringan, air kran (PAM) dan air

bersih/air mineral (I_0) disajikan pada Tabel 1 berikut. Dari Tabel bisa dilihat bahwa air limbah laundry sangat keruh. Hal ini ditunjukkan oleh intensitas transmisi cahaya yang sangat rendah yakni (1 ± 0) Lux

Tabel 1. Hasil Uji Transmisi Cahaya Air Bersih, Intensitas Air Kram, dan Air Selokan Mataram (SM)

Intensitas Air Bersih/Mineral (I_0)	Intensitas Air Limbah Laundry (I_i)	Intensitas Air Kran/PAM (I_j)
(36 ± 0) Lux	(1 ± 0) Lux	(33 ± 0) Lux

Hasil Uji Efisiensi Transmisi Cahaya Pada Variasi Volume dan Komposisi Absorbent



Gambar 2. Grafik Perbandingan Volume Karbon Aktif, Pasir, dan Kerikil terhadap Nilai Efisiensi Transmisi

Pada Gambar 2 tampak bahwa karbon aktif bambu adalah bahan *absorbent* yang memiliki nilai efisiensi diatas pasir pantai Indrayanti dan kerikil sungai Krasak. Ini dikarenakan karbon aktif memiliki struktur pori yang dapat menyerap polutan pengotor dan menjernihkan air, sedangkan pasir lebih baik dalam proses penyerapan dibandingkan kerikil karena pasir memiliki ukuran mesh 30 mesh dan kerikil 6 mesh yang artinya pasir dapat

menyerap polutan pengotor yang lebih kecil dibandingkan kerikil karena memiliki ukuran mesh yang lebih besar. Pada penelitian ini, volume antara karbon, pasir, dan kerikil berbeda dikarenakan pada awal penelitian menggunakan massa namun ternyata dalam pembuatan grafik tidak dalam rentang yang sama. Sehingga dipilihlah volume sebagai variabel bebas yang memiliki rentang yang tidak jauh berbeda.

Berdasarkan Gambar 2 tampak bahwa dengan melakukan penambahan volume bahan *absorbent* mengakibatkan peningkatan efisiensi transmisi cahaya pada proses penyaringan limbah cair *laundry*. Hal tersebut berarti bahwa volume *absorbent* yang digunakan berpengaruh terhadap efisiensi transmisi cahaya, karena *absorbent* yang digunakan dapat menyerap polutan pengotor.

Tabel 2. Hubungan Variasi Komposisi Absorbent terhadap Efisiensi Transmisi

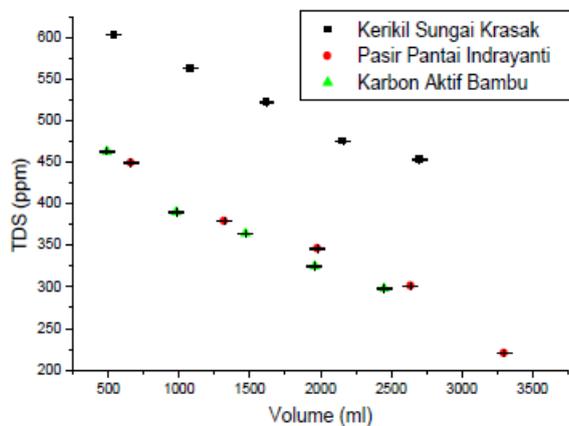
No	Komposisi	I_0 (Lux)	A (%)	ΔA (%)
1	Air Limbah	36,00	3,69	1,61
2	P-Kb-K-K-K		77,77	2,78
3	Kb-K-K-P-P		77,77	2,78
4	Kb-K-P-P-P		80,55	0,00
5	P-Kb-Kb-K-K		82,42	1,61
6	K-P-P-Kb-Kb		82,42	1,61
7	P-P-P-Kb-Kb		84,25	1,61
8	K-K-Kb-Kb-Kb		85,19	1,61
9	K-P-Kb-Kb-Kb		87,97	1,61
10	P-P-Kb-Kb-Kb		89,80	1,61

Ket : Kb = Karbon P = Pasir K = Kerikil

Berdasarkan Tabel 2 tampak bahwa nilai efisiensi absorpsi variasi bahan-bahan yang digunakan dipengaruhi oleh volume karbon aktif bambu, dimana semakin banyak volume karbon yang digunakan maka nilai efisiensi absorpsi semakin tinggi. Hal ini dikarenakan

karbon aktif bambu berfungsi sebagai penjernih air, ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa karbon aktif merupakan bahan yang baik dalam melakukan proses adsorpsi dan absorpsi. Jika kita lihat 2 variasi bahan terbaik yaitu P-P-Kb-Kb-Kb dan K-P-Kb-Kb-Kb memiliki perbedaan yang sedikit, namun P-P-Kb-Kb-Kb lebih baik dibandingkan K-P-Kb-Kb-Kb boleh jadi dikarenakan pasir merupakan media filter yang lebih baik dibandingkan kerikil karena pasir memiliki ukuran yang lebih kecil sehingga luas permukaannya relatif lebih besar sehingga dapat menyerap partikel pengotor yang lebih banyak.

Hasil Uji TDS Pada Variasi Volume dan Komposisi Absorbent



Gambar 3. Grafik Perbandingan Volume Karbon Aktif, Pasir, dan Kerikil terhadap TDS

Pada Gambar 3 terlihat bahwa yang dapat menyerap zat padat terlarut lebih baik berturut-turut adalah pasir pantai Indrayanti, karbon aktif bambu dan kerikil sungai Krasak. Pasir dapat menyerap zat padat terlarut lebih baik dibandingkan yang lain, boleh jadi disebabkan karena ukurannya yang jauh lebih kecil dari yang lain sehingga luas

permukaannya jauh lebih besar dan daya adsorpsinya lebih besar pula.

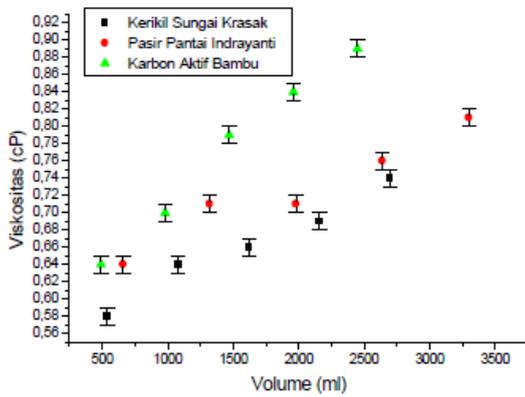
Tabel 3. Tabel Hubungan Variasi Komposisi Absorbent terhadap TDS

No	Komposisi	TDS (ppm)	ΔTDS (ppm)
1	Air Limbah	694,0	0,5
2	P-Kb-K-K-K	395,0	0,5
3	P-Kb-Kb-K-K	374,0	0,5
4	Kb-K-K-P-P	355,0	0,5
5	K-K-Kb-Kb-Kb	328,0	0,5
6	Kb-K-P-P-P	317,0	0,5
7	K-P-P-Kb-Kb	288,0	0,5
8	K-P-Kb-Kb-Kb	271,0	0,5
9	P-P-Kb-Kb-Kb	234,0	0,5
10	P-P-P-Kb-Kb	209,0	0,5

Ket : Kb ; Karbon P = Pasir K = Kerikil

Berdasarkan Tabel 3 tampak bahwa jumlah zat padat terlarut dari variasi bahan-bahan absorbent yang digunakan dipengaruhi oleh volume pasir pantai Indrayanti memiliki ukuran 30 mesh, ukuran ini lebih kecil dibanding karbon aktif (8 mesh) dan kerikil (6 mesh) yang artinya pasir dapat menyerap lebih baik untuk polutan pengotor yang berupa zat padat terlarut. Jika kita lihat 2 variasi bahan terbaik yaitu P-P-Kb-Kb-Kb (dengan TDS 234 ppm) dan P-P-P-Kb-Kb (dengan TDS 209 ppm) memiliki perbedaan yang relatif, namun P-P-P-Kb-Kb lebih baik dibandingkan P-P-Kb-Kb-Kb dikarenakan pasir yang digunakan memiliki ukuran yang lebih kecil dari karbon sehingga luas permukaannya menjadi besar dan adsorpsi partikelpun menjadi lebih besar.

Hasil Uji Viskositas Pada Variasi Volume dan Komposisi Absorbent



Gambar 4. Grafik Hubungan Variasi Volume dan Jenis Absorbent terhadap Viskositas

Pada Gambar 4 dapat ditunjukkan bahwa karbon aktif bambu memiliki daya serap terhadap kadar detergen pada limbah cair laundry lebih tinggi yang kemudian disusul pasir pantai Indrayanti dan kerikil sungai Krasak. Air yang memiliki kandungan detergen lebih banyak akan lebih encer dan massa jenisnya bertambah, hal ini menyebabkan air akan mengalir lebih cepat sehingga memiliki nilai viskositas yang rendah. Namun dalam proses penyaringan, setiap penambahan volume bahan absorbent akan mengakibatkan berkurangnya kandungan detergen pada air sehingga nilai viskositasnya naik.

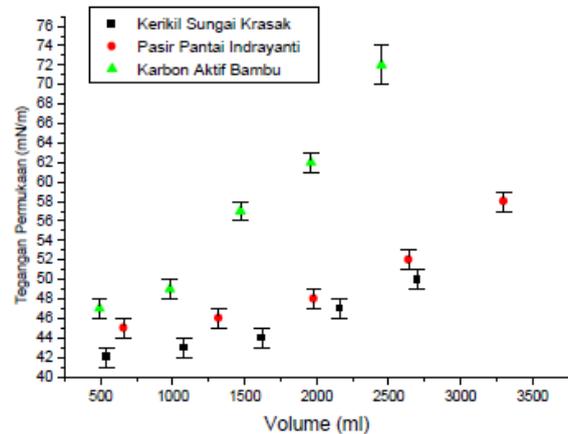
Tabel 4. Tabel Hubungan Variasi Komposisi Absorbent terhadap Viskositas

No	Komposisi	η (cP)	$\Delta\eta$ (cP)
1	Air Limbah	0,54	0,01
2	P-Kb-K-K-K	0,77	0,01
3	Kb-K-K-P-P	0,78	0,01
4	Kb-K-P-P-P	0,79	0,01
5	P- Kb-Kb-K-K	0,81	0,01
6	K-P-P-Kb-Kb	0,82	0,01
7	K-K-Kb-Kb-Kb	0,85	0,01
8	P-P-P-Kb-Kb	0,87	0,01
9	K-P-Kb-Kb-Kb	0,88	0,01
10	P-P-Kb-Kb-Kb	0,89	0,01

Ket: Kb : Karbon P : Pasir K : Kerikil

Dalam limbah cair laundry terdapat detergen yang menyebabkan menurunnya viskositas larutan. Dari Tabel 4 dapat diketahui bahwa penyerapan detergen yang menyebabkan perubahan pada viskositas cairan dengan hasil terbaik terjadi pada komposisi P-P-Kb-Kb-Kb ($0,89\pm 0,01$) cP.

Hasil Uji Tegangan Permukaan Pada Variasi Volume dan Komposisi Absorbent



Gambar 5. Grafik Hubungan Variasi Volume dan Jenis Absorbent terhadap Tegangan Permukaan

Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa karbon aktif adalah bahan absorbent yang paling baik dalam menaikkan tegangan permukaan sehingga bisa mencapai nilai tegangan permukaan air bersih yaitu 72 mN/m. Hal ini boleh jadi disebabkan oleh kemampuan

karbon aktif dalam menyerap kandungan surfaktan lebih banyak dibandingkan pasir pantai Indrayanti dan kerikil sungai Krasak. Air yang mengandung detergen akan memiliki tegangan permukaan yang kecil, detergen mengandung surfaktan yang dapat menurunkan tegangan permukaan. Dalam proses penyaringan, setiap bertambahnya volume bahan *absorbent* akan menyebabkan kandungan detergen pada air berkurang.

Tabel 5. Tabel Hubungan Variasi Komposisi *Absorbent* terhadap Tegangan Permukaan

No	Komposisi	γ (mN/m)	$\Delta\gamma$ (mN/m)
1	Air Limbah	40	1
2	P-Kb-K-K-K	48	1
3	Kb-K-K-P-P	50	1
4	Kb-K-P-P-P	52	1
5	P-Kb-Kb-K-K	53	1
6	K-P-P-Kb-Kb	58	1
7	K-K-Kb-Kb-Kb	63	1
8	P-P-P-Kb-Kb	63	2
9	K-P-Kb-Kb-Kb	70	2
10	P-P-Kb-Kb-Kb	71	1
11	Air Bersih	72	1

Berdasarkan Tabel 5, hasil dari penyaringan limbah cair *laundry* menggunakan variasi bahan *absorbent* berupa karbon aktif bambu, kerikil sungai Krasak dan pasir pantai Indrayanti dapat diketahui bahwa variasi bahan *absorbent* yang memiliki nilai tegangan permukaan terbaik adalah P-P-Kb-Kb-Kb (71 ± 1) mN/m. Pada limbah cair *laundry* terdapat surfaktan yang berfungsi untuk menurunkan tegangan permukaan suatu cairan. Dengan perlakuan yang diberikan telah mampu meningkatkan tegangan permukaan dari 40

mN/m menjadi 71 mN/m yang nilainya sama dengan tegangan permukaan air bersih.

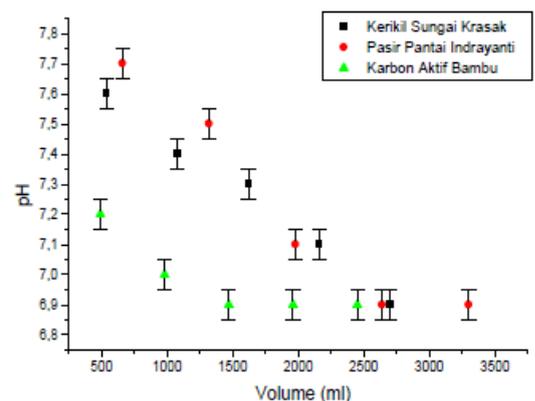
Hasil Uji Kadar Fosfat Pada Variasi Volume dan Komposisi *Absorbent*

Tabel 6. Hubungan Variasi Jenis dan Komposisi *Absorbent* terhadap Kadar Fosfat.

No	Variabel	Hasil Analisa
		Phospat (mg/L)
1	Air Limbah	23,94
2	Kerikil Kali Krasak	21,65
3	K-K-Kb-Kb-Kb	5,60
4	P-Kb-K-K-K	4,88
5	K-P-P-Kb-Kb	4,73
6	Kb-K-K-P-P	3,88
7	P-Kb-Kb-K-K	3,30
8	Pasir Indrayanti	2,59
9	Kb-K-P-P-P	1,73
10	K-P-Kb-Kb-Kb	1,58
11	P-P-P-Kb-Kb	1,01
12	P-P-Kb-Kb-Kb	0,87
13	Karbon Bambu	0,44

Hasil dari penyaringan limbah cair *laundry* menggunakan variasi bahan *absorbent* berupa karbon aktif bambu, kerikil sungai Krasak dan pasir pantai Indrayanti dapat diketahui bahwa bahan *absorbent* terbaik menyerap kadar fosfat adalah karbon aktif bambu yakni 0,44 mg/L (lihat Tabel 6) dan variasi bahan *absorbent* yang terbaik adalah P-P-Kb-Kb-Kb (0,87 mg/L).

Hasil Uji pH Larutan pada Variasi Volume dan Komposisi *Absorbent*



DAFTAR PUSTAKA

- Droste, R.L. (1997). *Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment*. USA: John Wiley and Sons, Inc
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air*. Kanisius, Yogyakarta.
- Nurhidayati. (2009). Pemanfaatan Karbon Aktif Pasar Kayu Sengon sebagai Absorben Logam Berat Cu pada Limbah Simulasi Cu. *Skripsi*. Yougyakarta: UNY.
- PP No. 82 Tahun 2001 tentang *Pengendalian Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*.
- Rahayu, S.S. 2009. "Fitoremediasi Fosfat dengan Pemanfaatan Enceng Gondok: Studi Kasus Pada Air Limbah Cair Industri Kecil Laundry". *Jurnal Presipitasi*, Vol. 2No 1 2007 Maret; ISSN 1907-187X
- Reynold, Tom D. & Paul A. Richards. 1996. *Unit Operation And Processes in Environmental Engineering, 2nded*. Boston: PWS
- Tjokrokusumo. (1995). *Pengantar Konsep Teknologi Bersih*. Yogyakarta: STTL "YLH".
- . Wimpenny, J., Manz, W., Szewzyk, U. (2000). *Heterogeneity in Biofilms*, FEMS Microbiol