

Fitoremediasi Phospat dengan menggunakan Tumbuhan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) pada Limbah Cair Industri kecil Pencucian Pakaian (Laundry)

CUT ANANDA STEFHANY¹, MUMU SUTISNA¹, KANCITRA PHARMAWATI¹

1. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Itenas, Bandung
e-mail: cu_t.plezter@yahoo.co.id

ABSTRAK

Peningkatan industri pencucian pakaian dapat menimbulkan pencemaran air yang mengakibatkan eutrofikasi, Hal ini disebabkan oleh fosfat yang merupakan bahan penyusun utama dalam deterjen, sehingga perlu dilakukan alternatif pengolahan dan pengaplikasian yang efektif untuk mengolah limbah ini, salah satunya dengan menggunakan fitoremediasi. Fitoremediasi adalah penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan, menstabilkan atau menghancurkan bahan pencemar baik senyawa organik maupun anorganik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan tumbuhan Eceng gondok dalam menurunkan fosfat pada limbah pencucian pakaian dengan 3 perlakuan yaitu kontrol, 3 tumbuhan Eceng gondok, dan 3 tumbuhan Eceng gondok bebas bakteri aktif rhizosfer dengan pengamatan waktu kontak 0, 5, 10, 15, dan 20 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan konsentrasi fosfat oleh Eceng gondok yang paling optimum adalah pada perlakuan 2 dan perlakuan 3 pada hari ke-5 dengan konsentrasi fosfat <0.01 mg/L. Sedangkan efisiensi penyerapan dan akumulasi fosfat optimum pada Eceng gondok selama 20 hari didapat pada perlakuan 3 yaitu akumulasi pada akar sebesar 14.90 % dan tangkai daun 20.05 %.

Kata kunci : Eceng gondok , Fitoremediasi, fosfat

ABSTRACT

*The laundry industries may effective water pollution resulting in eutrophication. This was caused by phosphate which is the main substance in detergents, it need alternative technology for laundry waste water treatment. Phytoremediation is the use of plant to deprive, stabilize or destroying material contaminant organic compounds and inorganic. The aims of the research was know ability of *Eichhornia crassipes* to absorp phosphate, in the methodology were use three treatment first as a control, three *Eichhornia crassipes*, and three *Eichhornia crassipes* free bacteria active rhizosfer with the observation time contact 0, 5, 10, 15, and 20 days. The result showed that the optimum phosphate concentration decreased by *Eichhornia crassipes* with second treatment and third treatment in a fifth day, with concentration phosphate <0.01 mg/L. The efficiency while absorption and accumulation of phosphate optimum *Eichhornia crassipes* for twenty days was in third treatment at accumulated with 14.90 % in roots and 20.05 % in petiole.*

Key words : *Eichhornia crassipes*, Phytoremediation, phosphate

I. PENDAHULUAN

Dewasa ini banyak muncul industri kecil pencucian pakaian (*laundry*). Pertumbuhan industri *laundry* ini memiliki efek samping yang kurang baik, sebab industri-industri kecil tersebut sebagian besar langsung membuang limbahnya ke selokan atau badan air tanpa pengolahan terlebih dulu. Hal ini dapat menyebabkan pencemaran lingkungan karena dalam limbah tersebut mengandung bahan pencemar antara lain yaitu fosfat yang tinggi.

Limbah *laundry* merupakan sumber pencemar yang sangat berupa potensial dan menimbulkan dampak penting bagi lingkungan. Dampak negatif dari limbah *laundry* yaitu adanya pencemar limbah cair yang dihasilkan dari sisa proses pencucian baju sehingga mengakibatkan kekeruhan dan menghalangi sinar matahari masuk ke dalam air.

Lingkungan tercemar akibat limbah *laundry* yang mengandung fosfat yang tinggi, fosfat berasal dari *Sodium TripolyPhosphate* (STPP) yang merupakan salah satu bahan dalam deterjen. STPP berfungsi sebagai *builder* yang merupakan unsur penting kedua setelah *surfaktan* karena kemampuannya menghilangkan mineral kesadahan dalam air sehingga deterjen dapat bekerja secara optimal.

PO₄ yang berlebihan dalam badan air akan mengakibatkan terjadinya eutrofikasi. Eutrofikasi adalah masalah lingkungan hidup yang mengakibatkan kerusakan ekosistem perairan khususnya pada air tawar di mana tumbuhan tumbuh dengan sangat cepat dibandingkan pertumbuhan yang normal. Perlu dicari alternatif penyisihan fosfat yang mudah, murah, dan efektif, salah satu caranya adalah dengan fitoremediasi menggunakan tumbuhan Eceng gondok. Fitoremediasi adalah upaya penggunaan tumbuhan dan bagian-bagiannya untuk dekontaminasi limbah dan masalah-masalah pencemaran lingkungan baik secara *ex-situ* menggunakan kolam buatan atau reactor maupun *in-situ* (langsung di lapangan) pada tanah atau daerah yang terkontaminasi limbah (Subroto, 1996). Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan tumbuhan gulma di wilayah perairan yang hidup terapung pada air yang dalam. Eceng gondok memiliki kecepatan tumbuh yang tinggi sehingga tumbuhan ini dianggap sebagai gulma yang dapat merusak lingkungan perairan. Eceng gondok berkembangbiak dengan sangat cepat, baik secara vegetatif maupun generatif. Perkembangbiakan dengan cara vegetatif dapat melipat ganda dua kali dalam waktu 7-10 hari (Gunawan, 2007).

Dipilihnya tumbuhan Eceng gondok karena berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya tumbuhan ini memiliki kemampuan untuk mengolah limbah, baik itu berupa logam berat, zat organik maupun anorganik. Kemampuan tumbuhan Eceng gondok menyisihkan fosfat yaitu dengan bantuan bakteri aktif yang terdapat di akar.

Penelitian ini dimaksud untuk mengetahui efisiensi tumbuhan Eceng gondok dalam menurunkan kandungan fosfat dengan menggunakan fitoremediasi. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh waktu kontak tumbuhan Eceng gondok terhadap konsentrasi fosfat yang diserap oleh tumbuhan Eceng gondok pada perlakuan 1 (Limbah *laundry* saja atau kontrol), 2 (Limbah *laundry* dan 3 tumbuhan Eceng gondok), dan 3 (Limbah *laundry* dan 3 tumbuhan Eceng gondok bebas bakteri aktif *Rhizosfer*), mengetahui perlakuan yang paling optimal dalam menurunkan fosfat dari 3 perlakuan yang ada, dan mengetahui laju akumulasi fosfat dalam organ akar dan tangkai daun.

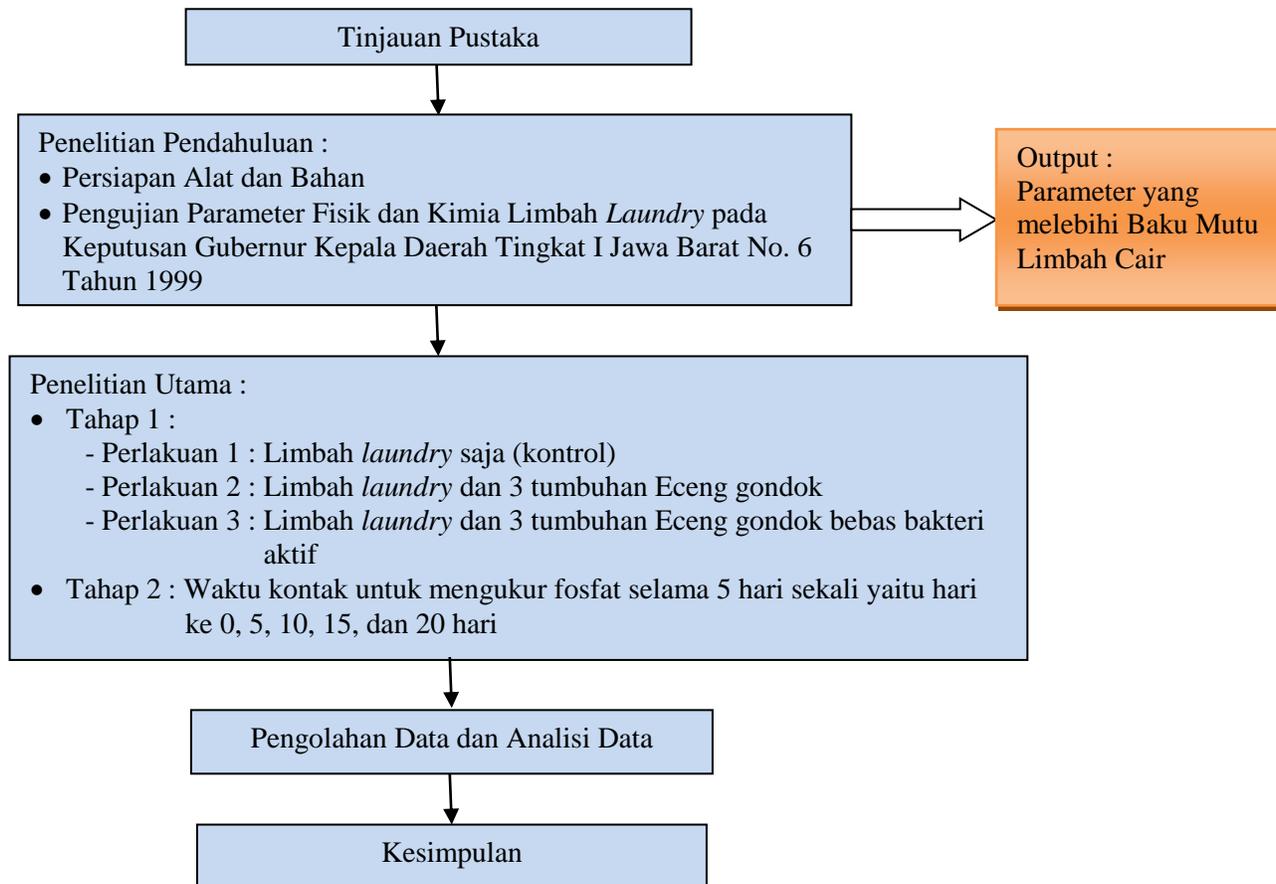
Ruang Lingkup penelitian ini adalah :

- Pemeriksaan sampel dilakukan di Laboratorium Pengendalian Kualitas Lingkungan PDAM Tirtawening Kota Bandung
- Bahan uji yang digunakan adalah limbah *laundry* yang diambil langsung dari hasil pencucian yaitu pada bilasan pertama.
- Fitoremediasi yang dilakukan menggunakan tumbuhan Eceng gondok.
- Percobaan dilakukan dengan 3 perlakuan yaitu perlakuan 1 (Limbah *laundry* saja atau kontrol), 2 (Limbah *laundry* dan 3 tumbuhan Eceng gondok), dan 3 (Limbah *laundry* dan 3 tumbuhan Eceng gondok bebas bakteri aktif *Rhizosfer*).
- Waktu kontak yang digunakan adalah hari ke 0, 5, 10, 15, dan 20.

- Parameter yang diukur pada hari ke 0 dan hari ke 20 adalah BOD₅ (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solid*), Suhu, pH. Sedangkan parameter fosfat pengukuran dilakukan 5 hari sekali.
- Penentuan laju akumulasi fosfat dalam organ (%) pada akar dan tangkai daun di hari ke-0 dan hari ke-20

2. METODOLOGI

Tahapan penelitian ini dibagi menjadi lima bagian yaitu tinjauan pustaka, tahap pendahuluan, penelitian utama, pengolahan data dan analisis data. Gambar tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1,



Gambar 1. Diagram Alir Metode Penelitian

2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka merupakan dasar informasi-informasi yang diperlukan untuk mendukung dan memahami kajian-kajian yang ada pada penelitian ini. Tinjauan pustaka yang diambil berasal dari buku, jurnal karya ilmiah, jurnal tugas akhir, laporan penelitian, dan internet.

2.2 Lokasi Pengambilan Sampel

Metode pengambilan sampel air dilakukan secara *grab* sampel, yaitu sampel air diambil pada satu kali pengambilan dari sumber yang diteliti. Lokasi pengambilan sampel limbah *laundry* pada penelitian ini

diambil dari *inlet* proses pencucian pakaian yang bertempat di Nanny Clean *Laundry* Jalan P.H.H Mustofa No. 18 Bandung. Tumbuhan Eceng gondok diperoleh dari kolam penduduk di Jalan Sapan Raya Bandung.

2.3 Metode Penelitian

Pada metode penelitian ini terdapat 3 (tiga) perlakuan antara lain: perlakuan 1 (Limbah *laundry* saja (kontrol)), perlakuan 2 (Limbah *laundry* dan 3 tumbuhan Eceng gondok), perlakuan 3 (Limbah *laundry* dan 3 tumbuhan Eceng gondok bebas bakteri aktif) dengan dilakukan waktu kontak selama 5 hari sekali yaitu hari ke 0, 5, 10, 15, dan 20 hari pengukuran parameter fosfat untuk mengetahui konsentrasi penurunan kandungan fosfat pada limbah *laundry* dengan menggunakan fitoremediasi, sedangkan pada hari ke-0 dan hari ke-20 dilakukan pengukuran parameter BOD₅, COD, TSS, Suhu dan pH. Semua perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 2 kali.

Tumbuhan Eceng gondok bebas bakteri aktif adalah Eceng gondok yang dilakukan pencucian akar dengan *Hidrogen peroksida* (H₂O₂ 3%). Pencucian dengan H₂O₂ 3% ini dimaksudkan untuk membersihkan kelompok mikroba *rhizosfir* pada akar tanpa merusak jaringan tumbuhan.

2.4 Penelitian Pendahuluan

Tahap penelitian pendahuluan merupakan pemeriksaan sampel limbah *laundry* berdasarkan Keputusan Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Jawa Barat No. 6 Tahun 1999 tentang Baku Mutu Limbah Cair (BMLC) Bagi Kegiatan Industri di Jawa Barat. Pengukuran karakteristik sampel dilakukan untuk mengetahui karakteristik fisik dan kimia pada limbah *laundry*. Hasil pengukuran ini digunakan sebagai dasar penentuan objek penelitian yang merupakan parameter yang tidak sesuai dengan baku mutu.

Pemeriksaan sampel dilakukan di Laboratorium Pengendalian Kualitas Lingkungan PDAM Tirtawening Kota Bandung. Tabel 1 menampilkan parameter penelitian dan metode uji setiap parameter.

Tabel 1. Parameter Penelitian dan Metode Uji

No	Parameter	Satuan	Metoda Acuan	Metode Analisis
1	Suhu	°C	SNI 69-6989.23-2005	Termometer
2	Total Larutan Tersuspensi (TSS)	mg/L	SNI 06-6989.3-2004	Gravimetri
3	BOD ₅	mg/L	SNI 6989.72-2009	Titrisasi Winkler
4	COD	mg/L	SNI 6989.2:2009	Titrimetri
5	Fosfat (PO ₄)	mg/L	SM 4500-P.D*	Spektrofotometri
6	pH		SNI 06-6989.11-2004	pH meter

Sumber : Standar Nasional Indonesia

2.4 Tahap Penelitian Utama

Pada tahap penelitian utama sampel limbah *laundry* diambil di Nanny Clean *laundry*. Penelitian utama ini bertujuan untuk mendapatkan nilai kadar BOD₅, COD, TSS, Fosfat, Suhu dan pH yang terkandung di limbah *laundry* tersebut agar sesuai dengan BMLC berdasarkan Keputusan Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Jawa Barat No. 6 Tahun 1999 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri di Jawa Barat. Pengambilan sampel limbah *laundry* diambil di titik awal saluran pembuangan limbah *laundry* (*inlet*) sebelum air limbah masuk ke badan perairan yang diambil langsung dari hasil pencucian yaitu pada bilasan pertama dengan 3 kali pengambilan pada pagi, siang, dan malam hari. Sampel air limbah *laundry* tersebut dimasukkan ke *jerry can* plastik dan dibawa ke Jalan Sukasenang VI karena terdapat lahan yang luas kemudian dilakukan perlakuan dengan menggunakan tumbuhan Eceng gondok yang dilakukan dengan 3 perlakuan yaitu perlakuan 1 (Limbah *laundry* saja (kontrol)), perlakuan 2 (Limbah *laundry* dan 3 tumbuhan Eceng gondok), perlakuan 3 (Limbah *laundry* dan 3 tumbuhan Eceng gondok bebas bakteri aktif).

Tumbuhan Eceng gondok yang digunakan yaitu Eceng gondok yang muda dengan warna tumbuhan hijau muda. Jenis Eceng gondok *Eichhornia crassipes Solm* dengan tinggi Eceng gondok 25 cm dari akar.

Tumbuhan Eceng gondok bebas bakteri aktif adalah Eceng gondok yang dilakukan pencucian akar dengan *Hydrogen peroksida* (H_2O_2 3%). Pencucian dengan H_2O_2 3% ini dimaksudkan untuk membersihkan kelompok mikroba *rhizosfir* pada akar tanpa merusak jaringan tumbuhan. Pencucian akar dilakukan dengan mencelupkan akar ke dalam larutan H_2O_2 3% selama 2 menit dan ditiriskan selama 2 menit, kemudian dicelupkan kedalam aquades steril selama 5 menit.

Tumbuhan Eceng gondok diletakkan di ember berbentuk segi empat dengan ukuran panjang 45 cm, lebar 36 cm, tinggi 14 cm, dan volume limbah 19.44 liter. Pengukuran parameter kualitas limbah *laundry* dilakukan dengan waktu kontak selama 5 hari sekali yaitu hari ke 0, 5, 10, 15, dan 20 hari untuk pengukuran parameter fosfat.

2.5 Analisis dan Pembahasan

Analisis pembahasan meliputi analisis kualitas air limbah, analisis hasil perhitungan, persentase akumulasi fosfat pada organ tumbuhan Eceng gondok yang digunakan sampel air limbah *laundry*.

2.6 Kesimpulan

Kesimpulan terhadap hasil penelitian yang disesuaikan dengan tujuan awal penelitian yaitu mengetahui besarnya kemampuan tumbuhan Eceng gondok dalam menurunkan fosfat sebagai fosfat total pada limbah industri kecil pencucian pakaian (*laundry*). Berdasarkan pengolahan data dan pembahasan hasil penelitian yang telah dilakukan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengukuran Parameter Pada Awal (Hari ke-0) Dan Di Akhir (Hari ke-20)

Penelitian yang dilakukan adalah tumbuhan Eceng gondok dengan menggunakan limbah *laundry* pada 3 (tiga) perlakuan. Berdasarkan penelitian hasil yang disajikan pada Tabel 2,

Tabel 2. Hasil Pengukuran Parameter Pada Awal (hari ke-0)

Perlakuan	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Pengujian	
				Hari ke-0	Hari Ke-20
1	Suhu	°C	38	25	24.5
	Total Larutan Tersuspensi (TSS)	mg/L	200	182	185
	BOD ₅	mg/L	50	560 [^]	452 [^]
	COD	mg/L	100	1083.5 [^]	870.5 [^]
	Fosfat (PO ₄)	mg/L	-	29.625	8.4
	pH		6.0-9.0	7.65	8
2	Suhu	°C	38	24.5	24.5
	Total Larutan Tersuspensi (TSS)	mg/L	200	27.5	20
	BOD ₅	mg/L	50	680 [^]	459.5 [^]
	COD	mg/L	100	1286 [^]	902.5 [^]
	Fosfat (PO ₄)	mg/L	-	16.42	2.9
	pH		6.0-9.0	8	7.2
3	Suhu	°C	38	24.5	24.5
	Total Larutan Tersuspensi (TSS)	mg/L	200	193.5	173
	BOD ₅	mg/L	50	440 [^]	428 [^]
	COD	mg/L	100	894.5 [^]	751 [^]
	Fosfat (PO ₄)	mg/L	-	22.125	17.15
	pH		6.0-9.0	8.25	8.2

Sumber : *Laboratorium Pengendalian Kualitas Lingkungan PDAM Tirtawening Kota Bandung*

* Keputusan Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Jawa Barat No. 6 Tahun 1999

Keterangan : 1 = Limbah *laundry* saja (kontrol)

2 = Limbah *laundry* dan 3 tumbuhan Eceng gondok

3 = Limbah *laundry* dan 3 tumbuhan Eceng gondok bebas bakteri aktif

^ = Tidak memenuhi baku mutu yang disyaratkan

Pengambilan sampel limbah cair industri kecil pencucian pakaian (*laundry*) langsung diambil ke tempat Nany Clean *laundry* di Jalan P.H.H Mustofa No. 18 Bandung. Pemeriksaan sampel dilakukan di Laboratorium Pengendalian Kualitas Lingkungan PDAM Tirtawening Kota Bandung. Dilakukan 3 (tiga) perlakuan untuk melihat perbedaan hasil pengukuran parameter limbah *laundry* maupun menggunakan tumbuhan Eceng gondok.

Melalui data pada Tabel 2 terlihat bahwa hasil pengukuran parameter pada awal (hari ke-0) terdapat hasil pengujian yang tidak homogen sehingga hasil yang diperoleh berbeda pada perlakuan 1, 2, dan 3. Hal ini disebabkan bahwa dalam pengadukan sampel tidak secara optimal sehingga hasil yang didapat tidak homogen. Harus dilakukan pengadukan secara optimal agar hasil yang didapat homogen dengan dilakukan pengadukan secara merata. Perlakuan 1 parameter suhu, TSS (Total Larutan Tersuspensi), fosfat dan pH masih memenuhi persyaratan baku mutu limbah berdasarkan SK. Gub. KDH Tk. I Jabar No. 6 Tahun 1999. Parameter perlakuan 1 yang tidak memenuhi persyaratan baku mutu adalah BOD₅ (560 mg/L), COD (1083.5 mg/L); perlakuan 2 didapat BOD₅ (680 mg/L), COD (1286 mg/L); perlakuan 3 didapat BOD₅ (440 mg/L), COD (894.5 mg/L).

Berdasarkan hasil pengukuran parameter pada limbah dengan perlakuan di akhir (hari ke-20) yang diperoleh untuk perlakuan 1 terdapat 2 parameter melebihi baku mutu yaitu BOD₅ (452 mg/L), COD (870.5 mg/L); perlakuan 2 didapat BOD₅ (459.5 mg/L), COD (902.5 mg/L) dan perlakuan 3 didapat BOD₅ (428 mg/L), COD (751 mg/L). Dapat dilihat perubahan di awal hari ke-0 dan di akhir hari ke-20 hasil pengujian yang didapat menurun. Hal ini di akibatkan bahwa dengan menggunakan tumbuhan Eceng gondok mampu menyerap polutan.

Parameter TSS perlakuan ke 1 nilai yang didapat TSS naik di hari ke 20 dengan hasil pengujian yaitu 185 mg/L. Sedangkan pada perlakuan 2 dan 3 hasil pengujian TSS menurun. Dimana TSS (*Total Suspended Solid*) adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat mengendap langsung. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil. Pada air limbah pencucian baju pada umumnya banyak mengandung *suspended solid* (zat padat tersuspensi). Adanya zat padat tersuspensi dapat mempengaruhi hasil yang diperoleh pada Tabel 2 pengukuran parameter awal (hari ke-0) dan perlakuan di akhir (hari ke-20). Terjadinya pengurangan dari hasil pengukuran parameter pada perlakuan 1 yaitu hanya limbah *laundry* saja yaitu disebabkan adanya pengendapan, terjadinya butiran-butiran padatan yang mengambang sehingga air dilimbah menjadi berkurang.

Hasil pengukuran parameter fosfat dengan perlakuan di akhir (hari ke-20) didapat perlakuan 1 (8.4 mg/L), perlakuan 2 (2.9 mg/L), dan perlakuan 3 (17.15 mg/L). Berdasarkan hasil perhitungan maka didapatkan hasil efisiensi pengurangan fosfat dalam limbah setelah 20 hari perlakuan yaitu 71.65% untuk perlakuan 1, 82.34% untuk perlakuan 2, dan 22.49% untuk perlakuan 3. Dengan melihat dari hasil efisiensi diatas, dapat disimpulkan bahwa perlakuan 2 adalah perlakuan yang memiliki nilai efisiensi pengurangan fosfat yang paling baik. Hal ini disebabkan karena terdapatnya bakteri aktif pada akar tumbuhan Eceng gondok. Fitoremediasi fosfat dengan menggunakan tumbuhan Eceng gondok dapat menyerap fosfat (sebagai P total) dalam limbah *laundry* dalam jumlah yang cukup banyak. Pada proses fitoremediasi yang memegang peranan penting untuk mengurangi atau menyerap kandungan polutan di air limbah adalah akar. Tumbuhan dapat menyerap kontaminan sedalam atau sejauh akar tanaman dapat tumbuh (Rock, 1997). Tumbuhan Eceng gondok mempunyai akar yang banyak dan panjang sehingga luas permukaan kontak antara air limbah dan akar semakin besar. Dengan demikian proses penyerapannya semakin cepat dan efektif. Menurut Wolverton (1987), proses penurunan kadar zat pencemar dalam air limbah dengan menggunakan tumbuhan air merupakan kerjasama antara tumbuhan dan mikroba yang berasosiasi dengan tumbuhan tersebut.

Identifikasi mikroba pada akar tumbuhan Eceng gondok ditemukan 3 (tiga) jenis bakteri yang paling dominan pada akar tumbuhan Eceng gondok yaitu *Bacillus flexus*, *Aeromonas hydrophila*, dan *Bacillus brevis*. Dimana bakteri ini sel berbentuk batang, gram negatif, dan menghasilkan *endospora* (Mehta, 2012)

Menurut Keputusan Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Jawa Barat No. 6 Tahun 1999 tentang baku mutu limbah cair bahwa hasil yang diperoleh pada perlakuan 1, 2, dan 3 dengan hasil pengukuran parameter di awal (hari ke-0) dan hasil pengukuran parameter pada limbah dengan perlakuan di akhir (hari ke-20) yaitu tidak memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan pada parameter BOD₅ dan COD, sedangkan dengan hasil pengukuran parameter suhu, TSS, fosfat dan pH sudah memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan.

3.2 Pengukuran Kandungan Fosfat pada Limbah

Hasil penurunan kandungan fosfat pada limbah dapat dilihat pada Tabel 3,

Tabel 3. Hasil pengukuran kandungan fosfat pada limbah yang mendapat perlakuan 1, 2, dan 3 pada berbagai waktu kontak

Hari Ke-	Kandungan Fosfat pada Limbah		
	Perlakuan 1 (mg/L)	Perlakuan 2 (mg/L)	Perlakuan 3 (mg/L)
0	29.625	16.42	22.125
5	3.45	<0.01	<0.01
10	<0.01	3.55	4.9
15	6.45	3.4	7.9
20	8.4	2.9	17.15

Sumber : Laboratorium Pengendalian Kualitas Lingkungan PDAM Tirtawening Kota Bandung

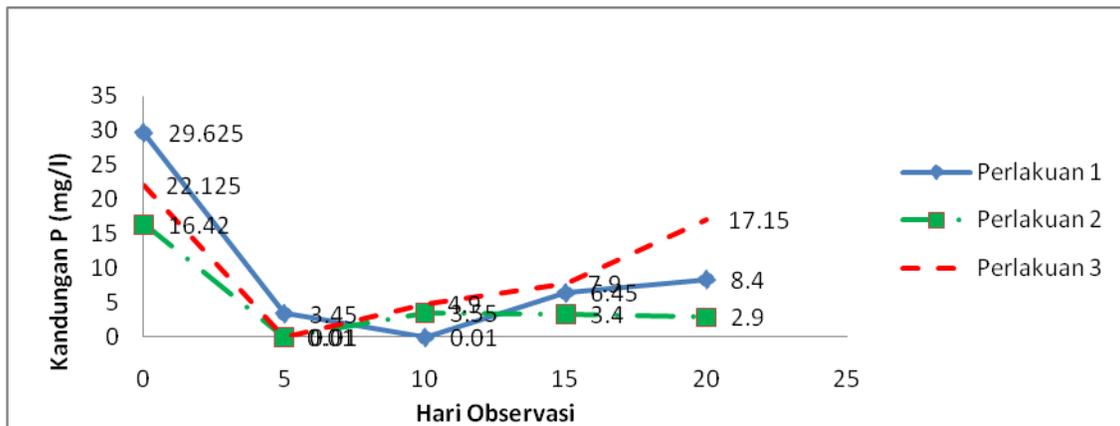
* Keputusan Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Jawa Barat No. 6 Tahun 1999

Keterangan : Perlakuan 1 = Limbah *laundry* saja (kontrol)

Perlakuan 2 = Limbah *laundry* dan 3 tumbuhan *Eceng gondok*

Perlakuan 3 = Limbah *laundry* dan 3 tumbuhan *Eceng gondok* bebas bakteri aktif

Berdasarkan hasil yang didapat pada Tabel 3 kandungan fosfat pada limbah untuk perlakuan 1, 2, dan 3 berbeda-beda karena pada pengambilan limbah tidak dilakukan pada saat bersamaan, karena volume limbah yang sedikit. Pengambilan limbah dilakukan 3 kali pencucian dan setiap pengambilan langsung dilakukan pada perlakuan.



Gambar 3 Grafik Kandungan Fosfat Pada Limbah Untuk Setiap Perlakuan Dari Hari ke-0 Hingga Hari ke-20

Berdasarkan Gambar 3 grafik kandungan fosfat untuk setiap perlakuan dari hari ke-0 hingga hari ke-20 didapat hasil pengukuran kandungan fosfat pada limbah *laundry* dengan perlakuan 1, 2, dan 3 pada berbagai waktu kontak menghasilkan data yang fluktuatif.

Perlakuan 1 limbah *laundry* (kontrol) hari ke-10 didapat kandungan fosfat pada limbah yaitu <0.01 mg/L, hal ini dikarenakan bahwa fosfat mengendap dan terjadi butiran-butiran pada limbah *laundry* hingga

mencapai <0.01 mg/L. Kemudian mengalami kenaikan pada hari ke-15 dan hari ke-20 karena fosfat di limbah terlarut lagi dan mengalami kenaikan kandungan fosfat karena suhu yang naik.

Pada perlakuan 2 dan 3 terjadi penurunan parameter fosfat pada hari ke 5 (<0.01 mg/L) namun pada hari ke-10 mengalami kenaikan yang cukup signifikan. Hal ini dikarenakan fosfat yang mengendap kemudian terlarut lagi, penyerapan fosfat melalui akar kemudian ke bagian-bagian tumbuhan Eceng gondok dan terakumulasikan lagi hingga mengalami peningkatan pada kandungan fosfat pada hari ke-10.

Berdasarkan Tabel 3 pada perlakuan 1 dan perlakuan 3 mengalami peningkatan kandungan fosfat pada limbah sedangkan pada perlakuan 2 di hari ke 20 menurun dengan kadar fosfat pada limbah yaitu 2.9 mg/L. Penurunan parameter fosfat yang optimum pada akar tumbuhan Eceng gondok memiliki kemampuan yang cukup baik untuk menurunkan konsentrasi fosfat. Sedangkan kenaikan parameter fosfat dalam limbah terjadi dikarenakan akibat endapan di limbah laundry larut lagi sehingga fosfat terlarut dalam limbah naik lagi.

3.3 Persentase (%) Kandungan Fosfat Dalam Limbah

Tabel 4 merupakan hasil persentase (%) kandungan fosfat dalam limbah oleh tumbuhan Eceng gondok pada perlakuan 1, 2, dan 3. Hasil ini didapat dari Tabel 3 yaitu hasil pengukuran kandungan fosfat pada limbah dengan berbagai waktu kontak, setelah itu dihitung persentase (%) kandungan fosfat sehingga diperoleh Tabel 4,

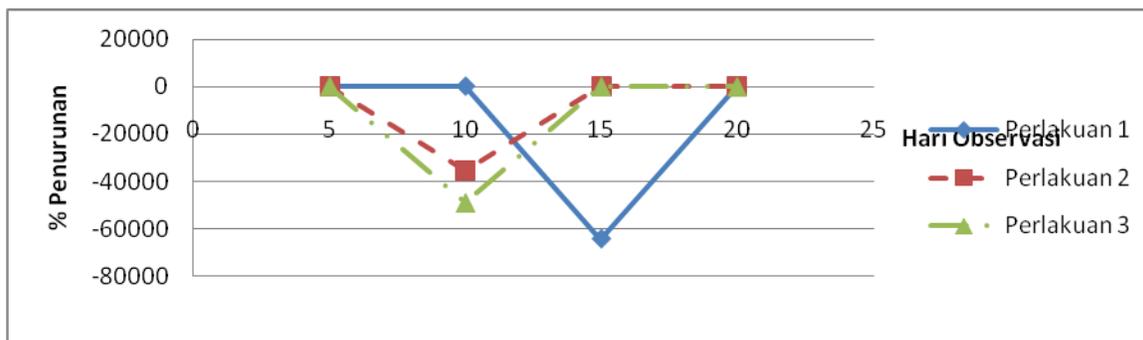
Tabel 4. Persentase (%) Kandungan Fosfat Dalam Limbah Oleh Eceng Gondok

No	Hari Pengamatan (Hari ke-)	Kandungan Fosfat dalam Limbah (%)		
		Perlakuan 1	Perlakuan 2	Perlakuan 3
1	5	88.35%	99.94%	99.95%
2	10	99.71%	-35400%	-48900%
3	15	-64400%	4.23%	-61.22%
4	20	-30.23%	14.71%	-117.09%

Sumber : Hasil Penelitian 2011

Ket : hasil (-) = Tidak ada penyerapan fosfat dalam limbah oleh Tumbuhan Eceng gondok

Hasil persentase (%) kandungan fosfat dalam limbah pada perlakuan 1, 2, dan 3 untuk hari ke-5 didapatkan nilai yang tinggi, karena tumbuhan Eceng gondok sudah mengandung fosfat di jaringan tumbuhan yang berasal dari tempat Eceng gondok itu diambil. Adapun grafik laju penyerapan fosfat dalam limbah disajikan pada Gambar 4,



Gambar 4. Persentase Kandungan Fosfat Dalam Limbah

Berdasarkan Gambar 4 grafik laju penyerapan fosfat dalam limbah diperoleh hasil dari persentase (%) laju penyerapan fosfat dalam limbah dengan berbagai waktu kontak. Pada hari ke-0 limbah laundry tersebut tidak homogen sehingga hasil yang diperoleh pada pengukuran parameter yang didapat tidak homogen.

Perlakuan 1 terjadinya pengurangan fosfat pada limbah hari ke-15 disebabkan terjadinya pengendapan dan terbentuknya butiran-butiran padatan yang mengambang sehingga konsentrasi fosfat berkurang. Perlakuan 2 pada hari ke-10 didapatkan berkurangnya nilai fosfat dalam limbah yaitu -35400 % kemudian meningkat lagi pada hari ke-15 dan hari ke-20. Sama halnya dengan perlakuan 3 pada hari ke-10 nilai fosfat dalam limbah berkurang yaitu -48900 %, kemudian meningkat lagi pada hari ke-15 dan hari ke-20. Berkurangnya nilai fosfat dalam limbah oleh tumbuhan Eceng gondok pada perlakuan 2 dan perlakuan 3 hari ke-10 yaitu persentase atau sisa dari fosfat yang terserap pada limbah disebabkan karena tidak adanya penyerapan fosfat di limbah oleh Eceng gondok, sehingga fosfat terlarut dalam limbah menjadi berkurang. Sedangkan pada hari ke-15 dan hari ke-20 diperoleh hasil yang meningkat disebabkan adanya pengendapan. Kemudian larut lagi karena suhu udara yang naik yang menyebabkan fosfat terlarut kemudian naik lagi.

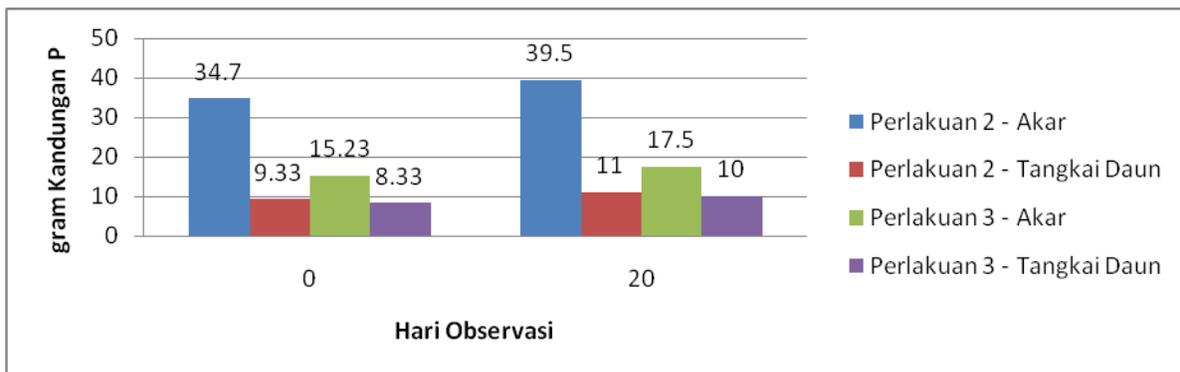
3.4 Laju Akumulasi Fosfat Dalam Organ Tumbuhan

Tumbuhan Eceng gondok sebelum dipakai sudah mengakumulasikan fosfat dengan baik dalam akar maupun dalam tangkai daun. Akumulasi berasal dari alam tempat sumber tumbuhan Eceng gondok itu tumbuh dan air di rawa mengandung fosfat, kemungkinan dari limbah rumah tangga. Dapat dilihat pada Tabel 5,

Tabel 5. Laju Akumulasi Fosfat Dalam Organ Tumbuhan

Hari Pengamatan (Hari ke-)	Laju Akumulasi dalam Organ (gram)			
	Perlakuan 2		Perlakuan 3	
	Akar	Tangkai Daun	Akar	Tangkai Daun
0	34.7	9.33	15.23	8.33
20	39.5	11	17.5	10
Akumulasi	4.8	1.67	2.27	1.67

Sumber : Hasil Penelitian 2011



Gambar 5. Laju Akumulasi Dalam Organ Tumbuhan Eceng Gondok

Berdasarkan Gambar 5 hasil laju akumulasi dalam organ tumbuhan meningkat diperoleh hari ke-20, hal ini dikarenakan pada kerapatan yang lebih tinggi tumbuhan Eceng gondok yang dihasilkan dapat meningkatnya akar dan tangkai daun. Sehingga kemampuan tumbuhan ini menyerap fosfat tergantung pada beberapa faktor yaitu kemampuan kerapatan tumbuhan dalam laju penyerapan organ tumbuhan.

Pengukuran waktu kontak tumbuhan Eceng gondok terhadap konsentrasi dari hasil yang diperoleh pada perlakuan 2 dapat dilihat pertumbuhan akar dan tangkai daun dengan kecepatan pertumbuhan relatif yang baik. Dimana tumbuhan Eceng gondok ini memiliki mikroba-mikroba yang bersimbiosis pada *rhizosfir* di akar Eceng gondok sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi dan dapat meningkatkan laju

akumulasi organ tumbuhan Eceng gondok. Sedangkan pada perlakuan 3 dapat dilihat dengan laju akumulasi organ tumbuhan Eceng gondok yang telah disterilkan akarnya sehingga penyerapan pertumbuhan ini tidak terlalu besar. Hal ini kemungkinan karena pengaruh pencucian akar dengan *hidrogen peroksida*. Tujuan pencucian adalah untuk menghilangkan mikroba *rhizosfir* yang bersimbiosis di akar. Sehingga dengan dihilangkan mikroba tersebut senyawa kimia yang dapat diserap oleh tumbuhan tidak terlalu banyak dan akan memberi pengaruh terhadap pertumbuhan pada Eceng gondok.

Akumulasi fosfat dalam organ tumbuhan perlakuan 2 didapat pada akar 4.8 gram, tangkai daun 1.67 gram sedangkan akumulasi organ tumbuhan perlakuan 3 pada akar didapat 2.27 gram dan tangkai daun 1.67 gram.

3.5 Persentase (%) Akumulasi Fosfat Pada Organ Tumbuhan Eceng Gondok

Hasil Pengukuran waktu kontak terhadap persentase (%) akumulasi fosfat pada organ tumbuhan Eceng gondok terhadap efisiensi penyerapan fosfat pada organ dengan menggunakan akumulasi fosfat dalam organ tumbuhan Eceng gondok sebagai hasil dari penyerapan dari limbah dilakukan pada awal dan akhir penelitian dengan kemampuan tumbuhan menyerap fosfat. Dapat dilihat pada Tabel 6,

Tabel 6. Persentase (%) Akumulasi Fosfat Pada Organ Tumbuhan Eceng Gondok Selama 20 Hari (Hari ke-0 Dan Hari ke-20)

Efisiensi Akhir P			
Perlakuan 2		Perlakuan 3	
Akar	Tangkai Daun	Akar	Tangkai Daun
13.83%	17.90%	14.90%	20.05s%

Sumber : Hasil Penelitian 2011

Berdasarkan Tabel 6 nilai efisiensi akumulasi limbah *laundry* oleh tumbuhan Eceng gondok pada perlakuan 3 lebih tinggi daripada perlakuan 2. Kemampuan menyerap fosfat pada organ tumbuhan Eceng gondok perlakuan 2 di akar sebesar 13.83% dan tangkai daun sebesar 17.90% sedangkan perlakuan 3 diperoleh pada akar sebesar 14.90% dan pada tangkai daun 20.05%.

Menurut Gardner et al (1991), Kerapatan yang lebih tinggi, efisiensi penurunannya juga lebih besar. Hal ini dikarenakan banyaknya jumlah tumbuhan yang dipakai membuat luas permukaan akar tumbuhan Eceng gondok yang kontak dengan air limbah semakin besar. Semakin besar tumbuhan semakin besar juga luas permukaan dari akar untuk menyerap polutan yang ada, sehingga kemampuan dalam menyerap polutan semakin besar dibanding tumbuhan yang berukuran kecil.

Kandungan fosfat sebelum dilakukan fitoremediasi menggunakan tumbuhan Eceng gondok yaitu didapat pada hasil pengujian hari ke 0 perlakuan 2 (16.42 mg/L) sedangkan dilakukan fitoremediasi menggunakan tumbuhan Eceng gondok hingga hari ke 20 didapat (2.9 mg/L). Jadi, fitoremediasi menggunakan tumbuhan Eceng gondok dapat menurunkan kandungan fosfat pada limbah *laundry*. Dan fitoremediasi fosfat menggunakan tumbuhan Eceng gondok dapat menurunkan konsentrasi limbah *laundry*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan dari ketiga perlakuan dapat diketahui hasil yang diperoleh dari perlakuan 2 (limbah *laundry* + 3 tumbuhan Eceng gondok) dan perlakuan 3 (limbah *laundry* + 3 tumbuhan Eceng gondok tanpa bakteri aktif) dapat menurunkan konsentrasi fosfat total dalam limbah *laundry* di hari ke 5 yaitu <0.01 mg/L.
2. Tumbuhan Eceng gondok mampu mengurangi fosfat dalam limbah pada hari ke-5 untuk perlakuan 2 dan perlakuan 3. Tetapi perlakuan 2 dapat menurunkan kandungan fosfat pada limbah di hari ke-20. Penurunan kadar fosfat yang optimum pada akar memiliki kemampuan yang cukup baik untuk menurunkan konsentrasi fosfat.

3. Apabila dibandingkan nilai efisiensi akumulasi limbah *laundry* oleh Eceng gondok pada perlakuan 3 lebih tinggi daripada perlakuan 2. Pada perlakuan 3 diperoleh pada akar sebesar 14.90 % dan 20.05 % pada tangkai daun. Perlakuan 2 sebesar 13.83 % pada akar dan pada tangkai daun sebesar 17.90 %.
4. Tumbuhan Eceng gondok dapat digunakan dalam fitoremediasi fosfat pada limbah cair industri kecil pencucian pakaian (*laundry*). Yang didapat pada hasil pengukuran kandungan fosfat pada limbah pada perlakuan 1 hari ke 10 (<0.01 mg/L), perlakuan 2 dan 3 hari ke 5 (<0.01 mg/L).
5. Kandungan fosfat sebelum dilakukan fitoremediasi menggunakan tumbuhan Eceng gondok yaitu didapat pada hasil pengujian hari ke 0 perlakuan 2 (16.42 mg/L) sedangkan dilakukan fitoremediasi menggunakan tumbuhan Eceng gondok hingga hari ke 20 (2.9 mg/L). Jadi, fitoremediasi menggunakan tumbuhan Eceng gondok dapat menurunkan kandungan fosfat pada limbah *laundry*.

DAFTAR RUJUKAN

- Gardner, F.P., dkk, (1991), Fisiologi Tanaman Budidaya, edisi 1, UI Press. Jakarta
- Gunawan Pasaribu, 2007, Pengolahan Eceng Gondok Sebagai Bahan Baku Kertas Seni. Balai Litbang Kehutanan Sumatera. Gondok Padang
- Mehta, Owen. 2012. Pengolahan Limbah Cair Industri Pulp dan Kertas Kasar Secara Biologis Menggunakan Tumbuhan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solm). Skripsi, ITENAS. Bandung
- Rock, Steven A., (1998), Standard Handbook of Hazardous Waste Treatment and Disposal. second edition, McGraw-Hill, New York
- Subroto, M.A. 1996. Fitoremediasi. Dalam: Prosiding Pelatihan dan Lokakarya Peranan Bioremediasi Dalam Pengelolaan Lingkungan, Cibinong, 24-25 Juni 1996.
- Surat Keputusan Gubernur. KDH Tingkat I. Jawa Barat No. 6 Tahun (1999). Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri di Jawa Barat