

Penurunan Kadar Fosfat dalam Limbah Rumah Sakit dengan Menggunakan Reaktor Fitobiofilm

Decrease of Phosphate Concentration in Hospital Wastewater Using Fitobiofilm Reactor

Ardhaningtyas Riza Utami,
Balai Riset Dan Standardisasi Industri Surabaya
Surabaya, Indonesia
riza2308@gmail.com

Liayati Mahmudah
Balai Riset Dan Standardisasi Industri Surabaya
Surabaya, Indonesia
liayatimahmudah02@gmail.com

Abstrak—Rumah Sakit sebagai fasilitas pelayanan kesehatan, didalam aktifitasnya cukup berpotensi menghasilkan limbah. Berdasarkan data yang kami dapatkan, banyak outlet IPAL rumah sakit yang berada di Surabaya dan sekitarnya belum memenuhi persyaratan Baku Mutu Air Limbah Rumah Sakit berdasarkan PERGUB JATIM No. 72 Tahun 2013, terutama kadar fosfat (PO_4). Penelitian ini akan menurunkan kadar fosfat dalam outlet IPAL Rumah Sakit dengan menggunakan fitobiofilm bermedia genteng dan media tanaman eceng gondok. Variasi yang digunakan adalah variasi waktu detensi 6 jam, 12 jam dan 24 jam. penurunan kadar fosfat tertinggi pada waktu detensi 24 jam, yaitu 73,24% untuk sampling 1, 92,2% untuk sampling ke 2 dan 80,10% untuk sampling ke 3. Prosentase penurunan kadar fosfat di dalam reaktor tersebut berfluktuasi, tergantung dari beban cemar yang diterima oleh reaktor. Penurunan kadar fosfat dengan menggunakan fitobiofilm lebih cepat daripada dengan menggunakan sistem *wetland*.

Kata Kunci —limbah rumah sakit, fosfat, fitobiofilm, eceng gondok (*Eichornia crassipes*)

Abstract—Hospitals as health care facilities, in their activities have the potential to generate waste. Based on the data we have obtained, many IPAL outlets in hospitals in Surabaya and surrounding areas have not met the requirements of the Hospital Wastewater Quality Standards based on PERGUB JATIM No. 72 of 2013, especially phosphate levels (PO_4). This study will decrease phosphate levels in the Hospital IPAL outlet using tile media biofilm and hyacinth plant fitomedia. Variations used are variations of detention time 6 hours, 12 hours and 24 hours. the highest decrease in phosphate levels at 24 hours detention time, which is 73.24% for sampling 1, 92.2% for the second sampling and 80.10% for the third sampling. The percentage decrease in phosphate levels in the reactor fluctuates depending on the load contaminants received by the reactor. Decreasing phosphate levels by using phytobiofilm faster than using a wetland system.

Keywords—hospital wastewater, phosphate, fitobiofilm, eceng gondok (*Eichornia crassipes*)

I. PENDAHULUAN

Rumah Sakit sebagai fasilitas pelayanan kesehatan, didalam aktifitasnya cukup berpotensi menghasilkan limbah, baik limbah padat, limbah cair maupun limbah gas yang dapat

menurunkan kualitas lingkungan yang ada di dalam rumah sakit dan di sekitar rumah sakit [1]. Karakteristik air limbah Rumah Sakit pada umumnya mengandung senyawa organik yang tinggi, senyawa-senyawa kimia yang berbahaya serta mikroorganisme patogen yang berbahaya bagi kesehatan. Oleh karena itu pengelolaan terhadap air limbah RS perlu dilakukan agar tidak mencemari lingkungan di sekitarnya. Air limbah rumah sakit adalah seluruh buangan cair yang berasal dari seluruh kegiatan RS, meliputi :

- Limbah domestic cair yaitu : buangan kamar mandi, dapur dan air bekas pencucian pakaian, spre, selimut (laundry).
- Limbah cair klinis yaitu : air limbah yang berasal dari kegiatan klinis rumah sakit, misalnya : air bekas cucian luka, cucian darah, laboratorium, pencucian alat dan lain sebagainya.

Menurut Kementerian Kesehatan RI No.1204/MENKES/SK/X/2004, dijelaskan bahwa Rumah Sakit harus memiliki fasilitas pengelolaan limbah cair dan limbah padat [2]. Pada umumnya Rumah Sakit yang sudah beroperasi telah memiliki instalasi pengolahan air limbah (IPAL) yang terdiri dari: sistem pengumpulan air limbah (Bak penampung dan bak stabilisasi), sistem pengolahan air limbah dan sistem pembuangan air limbah. Sistem pengolahan air limbah yang biasa digunakan di rumah sakit adalah pengolahan secara biologis, yaitu kombinasi antara pengolahan secara anaerob dan aerob. Kemudian pada akhir proses dilakukan proses desinfeksi untuk membunuh kuman penyakit yang masih ada dalam air limbah.

Berdasarkan data yang kami dapatkan, banyak outlet IPAL rumah sakit yang berada di Surabaya dan sekitarnya belum memenuhi persyaratan Baku Mutu Air Limbah Rumah Sakit berdasarkan PERGUB JATIM No. 72 Tahun 2013, terutama kadar fosfat (PO_4) dan amoniak (NH_3). Hal yang sama juga disampaikan oleh Wijayanti pada tahun 2006 yang menunjukkan bahwa 22 dari 52 limbah cair rumah sakit yang ada diprovinsi DIY dan Jawa Tengah memiliki kadar fosfat yang melebihi baku mutu KEPGUB DIY No. 65 Tahun 1999 [3].

Berikut ini adalah beberapa data kualitas outlet IPAL Rumah Sakit yang kami dapatkan pada tahun 2017 di area Surabaya dan sekitarnya:

Tabel 1. Data Outlet IPAL Rumah Sakit Di Surabaya Dan Sekitarnya Pada Tahun 2017

Parameter Uji	RS A	RS B	RS C	RS D	RS E	RS F	RS G	RS H	Baku Mutu Air Limbah RS sesuai PERGUB JATIM No. 72 Tahun 2013
BOD (mg/L)	5.51	10.37	8.22	6.13	18.98	27.7	36.43	1.68	30
COD (mg/L)	14	14	14	<9.8652	25	40	47.5	<9.8652	80
TSS (mg/L)	3	9	12	7	12	9	6.0	2	30
NH3-N bebas (mg/L)	<0.0113	0.075	0.048	<0.0113	0.0611	<0.0113	0.1521	<0.0113	0.1
PO4 (mg/L)	4.54	4.06	4.77	9.54	3.48	10	9.54	2.18	2
pH	6.25	6.88	6.77	7.32	6.81	6.78	7.9	7.72	6-9
Suhu (°C)	28	26.5	27.4	26.9	27.6	26.7	27.7	26.2	30
E.Coli (APM/100ml)	<3	2	1.8	<2	2	21	<2	8.2	1000

Tanda "<" menunjukkan limit of quantity dari pengujian

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa parameter fosfat melebihi batas baku mutu yang diijinkan. Keberadaan fosfat dalam limbah cair rumah sakit berasal dari instalasi laundry dan pencucian alat makan yang menggunakan deterjen sintetis seperti hamix dan clax [4]. Komponen fosfat digunakan untuk membuat sabun atau detergent, yaitu berperan sebagai pembentuk buih. Detergent yang mengandung fosfat dapat menyebabkan stimulasi pertumbuhan tanaman dan surfaktan pada detergent dapat bersifat toksik. Polyphosphate dalam detergent orthophosphate (PO_4^{3-}) yang siap digunakan oleh tumbuh-tumbuhan (Connell dan Miller, 1995)

Limbah cair rumah sakit yang mengandung fosfat akan menyebabkan problem lingkungan hidup berupa eutrofikasi, yaitu pencemaran air yang disebabkan oleh banyaknya nutrient di dalam ekosistem air. Hal ini bisa dikenali dengan warna air menjadi kehijauan dan berbau tidak sedap [5]. Kandungan nutrient yang berlebihan di badan air akan menyebabkan terjadinya ledakan populasi ganggang / tanaman air. Ledakan populasi ganggang ini akan menimbulkan penurunan kadar oksigen dalam air, sehingga banyak biota air yang mati.

Penurunan kadar fosfat dalam limbah cair Rumah Sakit dengan menggunakan sistem bio natural pernah dilakukan oleh Aris Budi Setiawan dan Eko Hartini (2012). Metode ini menggunakan bak sedimentasi, baffled reactor, filter anaerobic dan kolam indikator. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode tersebut cukup efektif untuk menurunkan kandungan BOD, COD dan amoniak, namun

belum efektif untuk menurunkan kandungan fosfat. Prosentase penurunan kadar fosfat hanya berkisar 39,21%, sehingga effluent dari IPAL belum dapat memenuhi persyaratan PERDA Propinsi Jawa Tengah No. 10 Tahun 2004 [6].

Wiwin Tipuk Dwi Astuti, dkk (2016) juga pernah melakukan penelitian penurunan fosfat dalam limbah rumah sakit dengan menggunakan larutan kapur. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa efektifitas penurunan kadar fosfat dipengaruhi oleh dosis penambahan kapur. Semakin tinggi dosis yang ditambahkan, maka semakin tinggi juga efisiensi penurunan fosfat yang dihasilkan [4]. Namun metode ini mempunyai kelemahan banyaknya sludge yang dihasilkan dari proses koagulasi tersebut.

Penelitian ini akan menindaklanjuti efluen dari IPAL Rumah Sakit yang masih mempunyai kandungan fosfat cukup tinggi dengan menggunakan teknologi fitobiofilm. Teknologi fitobiofilm ini memanfaatkan tumbuhan air dan media biofilm untuk menurunkan kandungan polutan yang ada di dalam air limbah. Teknologi fitobiofilm dengan menggunakan tanaman teratai untuk menurunkan kadar nitrogen dan fosfat dalam limbah domestik pernah dilakukan oleh Erdina Parwangingtyas. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa penurunan fosfat mencapai 60,2% setelah melewati waktu tinggal selama 24 jam. Tanaman air yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah enceng gondok. Penurunan kadar amoniak dalam limbah rumah sakit dengan menggunakan enceng gondok pernah dilakukan oleh Badrus Zaman dan Endro Sutrisno (2006). Penurunan amoniak dengan menggunakan enceng gondok dipengaruhi oleh lama waktu kontak antara

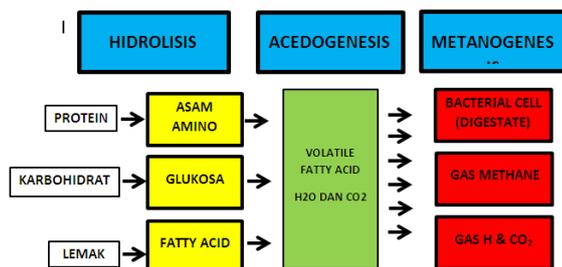
limbah dengan eceng gondok. Penurunan kadar ammonia mencapai 98.4% setelah kontak dengan limbah selama 6 hari [7].

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit

Seluruh air limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah sakit, yaitu yang berasal dari limbah domestic maupun air limbah yang berasal dari kegiatan klinis rumah sakit dikumpulkan melalui saluran pipa pengumpul air limbah, yaitu suatu sistem jaringan perpipaan yang terdiri dari pipa sekunder dan pipa induk yang mengalirkan air limbah ke bak control sampai bak pengumpul untuk kemudian dialirkan ke IPAL. Fungsi bak control adalah untuk mencegah sampah padat masuk ke dalam unit pengolahan air limbah. Bak pengumpul air limbah terdiri dari gabungan bak control dari berbagai ruangan, Bak pengumpul mengalirkan air limbah menuju bak penampung akhir yang juga berfungsi sebagai bak equalisasi. Bak equalisasi berfungsi meratakan beban air limbah yang akan diolah di Instalasi Pengolahan Air Limbah.

Teknologi yang digunakan untuk mengolah air limbah rumah sakit pada umumnya menggunakan pengolahan secara biologis, yaitu gabungan antara proses biofilter anaerobic dan proses aerobic (aerasi). Didalam proses pengolahan anaerobic, bahan organikakan diuraikan oleh bakteri anaerob menjadi gas methane, gas amoniak dan gas H₂S. Proses anaerobic melewati beberapa tahap, yaitu : tahap hidrolisis, acetogenesis dan methanogenesis.

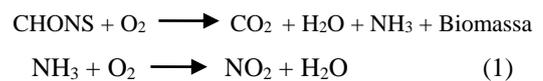


Gambar 1. Tahapan Proses Anaerob

Pada akhir sistem pembuangan air limbah rumah sakit dilengkapi dengan bak control yang berfungsi sebagai bak klorinasi. Bak klorinasi merupakan tempat terjadinya pembubuhan senyawa desinfektan ke dalam air limbah yang akan dibuang ke lingkungan (proses desinfeksi). Proses desinfeksi ini bertujuan untuk membunuh kuman / bakteri pathogen yang ada di dalam air limbah. Senyawa desinfektan yang digunakan pada umumnya adalah senyawa khlorin (Calcium Hipochlorit atau Natrium Hipochlorit).Waktu kontak dalam bak khlorinasi antara 10 – 15 menit. Namun dari serangkaian proses pengolahan air limbah tersebut, outlet yang dihasilkan masih belum memenuhi persyaratan baku mutu air limbah rumah sakit yang berlaku.

B. Fitobiofilm

Teknologi *fito-biofilm* adalah teknologi penurunan konsentrasi polutan dengan memanfaatkan tumbuhan air dan media biofilm sebagai filter biologis. Salah satu agen fitobiofilm yang dapat dimanfaatkan adalah kombinasi antara tanaman eceng gondok dan media *biofilm*. Diharapkan fito-biofilm dengan eceng gondok dan media *kerikil* ini dapat menjadi teknologi alternatif untuk mengurangi kadar bahan pencemar pada limbah rumah sakit. Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) mempunyai kemampuan menyerap unsur hara, senyawa organik dan unsur kimia lain dari air limbah dalam jumlah yang besar [6]. Proses pengolahan air limbah dengan proses biofilm atau biofilter tercelup dilakukan dengan cara mengalirkan air limbah ke dalam reaktor biologis yang didalamnya diisi dengan media penyangga untuk pengembangbiakan mikroorganisme dengan atau tanpa oksigen. Senyawa polutan yang ada di dalam air limbah misalnya senyawa organik (BOD, COD), ammonia, phosphor dan lainnya akan terdifusi ke dalam lapisan atau film biologis yang melekat pada permukaan medium. Di dalam proses pengolahan air limbah secara aerobik, senyawa organik akan terurai oleh bakteri aerob. Dalam aktifitasnya bakteri tersebut memerlukan oksigen untuk menguraikan senyawa organik yang kompleks menjadi CO₂, air serta ammonia. Selanjutnya amonia akan dirubah menjadi nitrat dan H₂O. Secara sederhana reaksi penguraian senyawa organik secara aerobik dapat dituliskan sebagai berikut:



Pengolahan air limbah dengan proses biofilm mempunyai beberapa keunggulan antara lain Pengoperasiannya mudah, lumpur yang dihasilkan sedikit, dapat digunakan untuk pengolahan limbah dengan konsentrasi rendah maupun tinggi, tahan terhadap fluktuasi jumlah air limbah maupun fluktuasi konsentrasi, dan pengaruh penurunan suhu terhadap pengolahan kecil [7].

III. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan di laboratorium uji Baristand Industri Surabaya. Limbah rumah sakit yang digunakan adalah Limbah Rumah Sakit Brawijaya Surabaya. Sedangkan alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain :

A. Alat dan Bahan :

- Reaktor Fitobiofilm bermedia pasir dan pecahan genting
- Spektrofotometer
- Pipet
- Labu Ukur

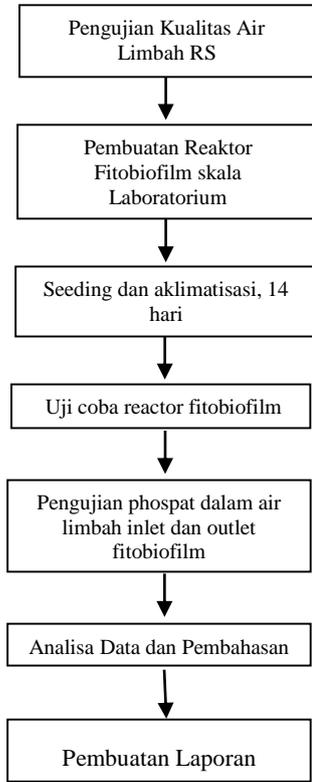
Bahan yang diperlukan :

- Media biofilm, yaitu pecahan genting dan pasir hitam
- Limbah RS

- Enceng gondok(Eichornia crassipes)
- Aquadest
- Vanadate
- Indikator pp
- HCl 1 : 1

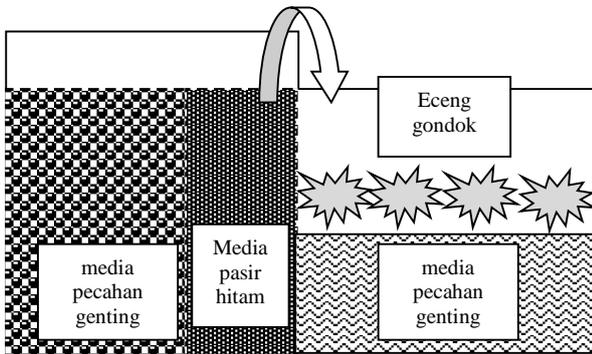
B. Metodologi

Berikut ini adalah diagram alir pelaksanaan penelitian :



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Reaktor fitobiofilm yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan media pecahan genteng dan tanaman enceng gondok. Sebelum limbah diolah dengan menggunakan fitobiofilm, limbah dialirkan terlebih dahulu ke filter bermedia pasir hitam. Berikut ini adalah gambar reaktor fitobiofilm :



Gambar 3. Reaktor Fitobiofilm

Sebelum digunakan dalam proses pengolahan air limbah rumah sakit, eceng gondok(Eichornia crassipes) dan media pecahan genteng terlebih dahulu dilakukan seeding dan aklimatisasi selama 14 hari. Seeding dilakukan dengan merendam media fitobiofilm tersebut dengan menggunakan air limbah rumah sakit. Aklimatisasi dilakukan untuk mendapatkan kultur yang bagus dan mikroorganisme yang mampu beradaptasi dengan air limbah.

Variasi yang dilakukan adalah variasi waktu tinggal limbah di dalam reaktor fito-biofilm, yaitu : 8 jam, 12 jam dan 24 jam. Pengambilan contoh dilakukan di inlet dan outlet fitobiofilm. Parameter yang diuji dalam penelitian ini adalah phospat (PO₄) dengan menggunakan metode sesuai Standard Methods 20th edisi 1998. Prinsip dari metode vanadate ini adalah : penambahan vanadate molybdate pada phospat menjadi vanadomolybdo phosphoric yang berwarna kuning, kemudian dibaca dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 430 nm.

Prosedur kerja pengujian Phosphate :

- Memipet sampel 25 ml ke dalam labu ukur volumhe 50 ml
- Jika pH limbah > 10, tambahkan 1 tetes indikator PP, bila berwarna merah tetesi dengan HCl 1 : 1 hingga warna merah hilang (jika pH sampel < 10, maka abaikan tahapan ini).
- Memipet 25 ml akuadest sebagai blanko dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 ml
- Menambahkan 10 ml reagen vanadate molybdate ke dalam sampel dan blanko
- Campur dan tepatkan sampai 50 ml dengan menggunakan akuadest.
- Biarkan 10 menit dan baca dengan menggunakan spektrofotometer pada λ= 430 nm.
- Hitung konsentrasi phosphate dengan menggunakan persamaan : $Y = 0.017X + 0.000945$

IV. HASIL DAN PEMBASAN

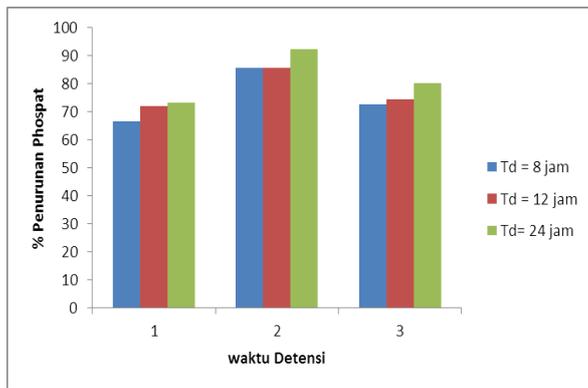
Berikut ini adalah hasil uji kadar fosfat dalam air limbah rumah sakit, yang diambil diinfluen dan efluen reaktor :

Tabel 2. Kadar Fosfat di inlet dan outlet reaktor

Kode sampling	Influen (mg/L)	Kadar Fosfat di Efluen Reaktor (mg/L)		
		8 Jam	12 Jam	24 Jam
1	2.209	0.738	0.621	0.591
2	2.680	0.386	0.386	0.209
3	3.121	0.856	0.797	0.621

Tabel 3. Prosentase Penurunan Fosfat

Kode sampling	Prosentase Penurunan Fosfat		
	8 Jam	12 Jam	24 Jam
1	66.57 %	71.89 %	73.24 %
2	85.61 %	85.61 %	92.20 %
3	72.57 %	74.46 %	80.10 %



Gambar 4. % Penurunan Phospat Dalam Limbah RS

Tabel 3 menunjukkan adanya penurunan fosfat pada limbah Rumah Sakit setelah dialirkan melalui reactor fitobiofilm. Penurunan kadar fosfat di dalam limbah disebabkan karena aktifitas mikroorganisme yang ada di lapisan biofilm dan juga karena penyerapan oleh eceng gondok. Proses penyerapan zat-zat yang terdapat di dalam air limbah dilakukan di ujung-ujung akar eceng gondok. Zat-zat yang diserap oleh akar akan masuk ke batang melalui pembuluh pengangkut. Fosfat yang terkandung dalam limbah ini merupakan nutrient bagi eceng gondok (*Eichornia crassipes*), maupun tumbuhan air lainnya. Fosfor bagi tumbuhan berfungsi membentuk asam nukleat, menyimpan serta memindahkan energi, merangsang pembelahan sel dan membantu proses asimilasi dan respirasi.

Senyawa polutan yang ada di dalam air limbah, misalnya senyawa organik (BOD, COD), ammonia, phosphor, dan lain sebagainya akan terdifusi ke dalam lapisan atau biofilm yang melekat pada permukaan media. Pada saat yang bersamaan dengan menggunakan oksigen yang terlarut di dalam air limbah, senyawa polutan tersebut akan diuraikan oleh mikroorganisme yang ada di lapisan biofilm dan energy yang dihasilkan akan diubah menjadi biomassa. Bakteri membutuhkan suatu nutrient yang berupa nitrogen dan fosfat yang terdapat pada air limbah. Bakteri dapat mendekomposisi nutrient tersebut dengan melihat jumlah kadar oksigen dan lingkungan yang tercukupi. Selain itu bakteri akan mengeluarkan karbondioksida (CO_2) dari proses metabolisme dan mendekomposisi nutrient tersebut hingga membantu tanaman dalam proses fotosintesa.

Gambar 4, menunjukkan bahwa semakin lama waktu detensi (waktu tinggal) limbah di dalam reactor, maka semakin tinggi prosentase penurunan fosfat yang terjadi. Prosentase tertinggi terjadi pada waktu detensi 24 jam, yaitu 73,24% untuk sampling 1, 92,2% untuk sampling ke 2 dan 80,10% untuk sampling ke 3. Waktu tinggal ini menentukan berapa lama bakteri tersebut berkontak dengan limbah. Semakin lama bakteri berkontak dengan limbah, maka penurunan kadar polutan dalam limbah tersebut akan berjalan dengan lebih efektif.

Prosentase penurunan kadar fosfat di dalam reactor tersebut berfluktuasi, tergantung dari beban cemar yang diterima oleh reactor. Prosentase tertinggi terjadi pada saat influen mempunyai kadar fosfat 2.68 mg/L, yaitu mencapai 92,2% pada waktu detensi 24 jam, 85,61% pada waktu detensi 12 jam dan 8 jam. Sedangkan pada saat influen reactor mempunyai kadar fosfat 3.121 mg/L, menunjukkan prosentase yang lebih rendah daripada influen kadar 2.68%. Hal ini disebabkan karena reactor menerima beban cemar yang lebih besar, sehingga akan mempengaruhi efektifitas dari reactor. Kelebihan beban cemar dalam jumlah yang sangat besar akan menyebabkan *shockloading*, sehingga bakteri yang ada di dalam reactor tersebut akan mengalami stress dan dapat berakibat pada kematian bakteri tersebut. Jumlah makanan yang diterima oleh bakteri harus berimbang dengan jumlah bakteri yang ada, supaya proses removal polutan berjalan dengan baik.

Sedangkan berikut ini adalah hasil penurunan fosfat pada batch reactor:

Tabel 4. Konsentrasi Fosfat Dalam Batch Reactor Hanya Menggunakan Enceng Gondok

Kadar fosfat awal (mg/L)	Prosentase Penurunan Fosfat		
	24 jam (1 hari)	48 Jam (2 hari)	72 Jam (3 hari)
5.473	3.974	2.915	1.533
Prosentase penurunan fosfat (%)	27.4 %	46.74 %	71.99 %

Tabel 2, 3 dan 4 menunjukkan penurunan kadar fosfat dalam air limbah rumah sakit yang terjadi di reactor fitobiofilm maupun di *batch reactor*. *Batch reactor* hanya berisi tanaman enceng gondok yang terendam air limbah yang mengandung fosfat tanpa dialirkan. Perbedaan yang terlihat adalah, bahwa proses penurunan kadar fosfat yang terjadi di *batch reactor* lebih lambat dibandingkan dengan reactor fitobiofilm. Prosentasi penurunan hingga 71.99% baru tercapai pada hari ke 3 (waktu detensi 72 jam). Penurunan fosfat di dalam batch reactor terjadi hanya karena adanya penyerapan oleh akar eceng gondok, sehingga tidak ada peranan mikroorganisme di dalamnya. System *batch reactor* ini menggambarkan pengolahan limbah dengan menggunakan *wetland*. Semakin lama waktu tinggal limbah di dalam *wetland* tersebut, maka semakin tinggi prosentase penurunan kadar polutan yang

terjadi. Namun lamanya waktu tinggal limbah di dalam reactor juga mempunyai kelemahan, yaitu volume reactor yang diperlukan untuk menampung limbah tersebut juga semakin besar. Hal ini akan mejadi kendala bagi rumah sakit yang tidak mempunyai area cukup luas untuk membuat lagoon.

Dari penelitian ini dapat diketahui bahwa pengolahan limbah dengan menggunakan tanaman air (*wetland*) dapat digunakan sebagai alternative pengolahan lanjutan setelah melewati proses di IPAL dan efluen yang dihasilkan masih belum memenuhi baku mutu yang berlaku. Namun, supaya pengolahan dengan menggunakan tanaman ini bisa berjalan dengan lebih efektif dan efisien, kita bisa mengkombinasi system *wetland* tersebut dengan menggunakan biofilm atau disebutjuga dengan fitobiofilm. Dengan adanya peranan biofilm (bakteri) dalam pengolahan limbah, menyebabkan waktu kontak yang diperlukan untuk menurunkan kadar polutan menjadi lebih singkat.

V. KESIMPULAN

Kadar fosfat dalam limbah rumah sakit yang masih tinggi meskipun telah melalui proses pengolahan dalam IPAL dapat diturunkan dengan menggunakan reactor fitobiofilm bermedia genting dan tanaman enceng gondok(*Eichornia crassipes*). Dari hasil penelitian dengan variasi lama waktu tinggal 6 jam, 12 jam dan 24 jam, didapatkan penurunan kadar fosfat tertinggi pada waktu detensi 24 jam, yaitu 73,24% untuk sampling 1, 92,2% untuk sampling ke 2 dan 80,10% untuk sampling ke 3. Prosentase penurunan kadar fosfat di dalam reaktor tersebut berfluktuasi, tergantung dari beban cemar yang diterima oleh reaktor. Penurunan kadar fosfat dengan menggunakan fitobiofilm lebih cepat daripada dengan menggunakan system *wetland* saja. Pemilihan alternative pengolahan lanjutan dengan menggunakan fitobiofilm dapat diterapkan untuk area rumah sakit yang tidak cukup luas.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Saudara Lutfi Amanati, Saudari Catur Wulandari, Saudara Deny Suryana, segenap jajaran di RS Brawijaya Surabaya dan Baristand Industri Surabaya yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Koesnopoetranto H, Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia, Jakarta, 1983
- [2] Keputusan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia No.1204/MENKES/SK/X/2004
- [3] Wijayanti R, Gambaran Kualitas Limbah Cair Sarana Pelayanan Kesehatan di Provinsi DIY dan Provinsi Jawa Tengah Tahun 2006, BBTKI PPM, Yogyakarta, 2007
- [4] Wiwin Tipuk Dwi Astuti, Tri Joko, Nike Astorina Yunita Dewanti, Efektifitas Larutan Kapur Dalam Menurunkan Kadar Fosfat Pada

Limbah Cair RSUD Kota Semarang, Jurnal Kesehatan Masyarakat, Vol 4, No 3, Juli 2016, FKM UNDIP, Semarang, 2016

- [5] Widiastuti P, Pengelolaan Aman Limbah Layaman Kesehatan, EGC, Jakarta, 2005
- [6] Aris Budi Setyawan, Eko Hartini, Evaluasi Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit Dengan Sistem Bio Natural (Studi Kasus di RSUD Kelet Jepara), Jurnal Visikes-Vol 11/No. 1/ April 2012 halaman : 70 - 79
- [7] Erdina Parwaningtyas, Sri Sumiyati, Ir. Endro Sutrisno, MS, Efisiensi Teknologi Fito-biofilm Dalam Menurunkan Kadar Nitrogen dan Fosfat Pada Limbah Domestik Dengan Agen Fitotreatment Teratai (*nymphaea*, sp) Dan Media Biofilter Bio-ball, Universitas Diponegoro, Semarang
- [8] Connell, D.W. and Miller G.J, 1984, Chemistry and Ecotoxicology of Pollution, John Wiley & Sons, Inc, New york
- [9] Yahya, F, 2010, Jurnal Studi Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Biofilter Aerasi Menggunakan Media Bioball dan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*)