

EFEKTIVITAS PENAMBAHAN KOAGULAN DAN MEDIA FILTRASI DALAM MENURUNKAN KADAR TSS, AMONIA DAN FOSFAT LIMBAH CAIR RSPAU Dr. SUHARDI HARDJOLUKITO YOGYAKARTA

Donni Septiandi*, Bambang Suwerda**, Adib Suyanto**

* Akademi Kesehatan Lingkungan Pemprov Sumatera Selatan, Jl. Mawar No.2711, Palembang
email: donniseptiandi21@gmail.com

** JKL Poltekkes Kemenkes Yogyakarta, Jl. Tatabumi 3, Gamping, Sleman, DIY 55293

Abstract

Activities in hospitals not only bring positive impact to general community, but also potential of reduce the quality of environment and public health, e.g. negative effect from the yielded waste. Based on the preliminary study on the liquid waste produced by Air Force Hospital Dr. Suhardi Hardjolukito in Yogyakarta, it was found that the concentration of TSS, ammonia and phosphate were exceeding the quality standard regulated by Yogyakarta Governor's Decree No 07 in 2010. The aim of the study was to understand the effectiveness of the addition of coagulant consisted of lime and alum, with filtration media of 40 cm-thick quartz sand and 40 cm-thick zeolite in reducing the concentration of the three parameters by conducting a true experiment with pre-test post-test with control group design. The object of this research was the processed liquid waste from the hospital and the subsequent waste water sample were obtained by using composite sampling method. The study was carried out in five replications and taken place at Yogyakarta Polytechnic of Health. Meanwhile, the examination of the parameters were conducted in Health Laboratory Office of Yogyakarta. The data were statistically tested by using one way anova, and the results showed that the coagulants and quartz sand could decrease the concentration of TSS, ammonia and phosphate as much as 30,91 %, 39,32 % and 36,44%, respectively; while the coagulants and zeolite could lower the concentration of TSS by 46,89 %, ammonia by 68,37 %, and phosphate by 68,38 %). Because the following p-values gained from the statistic test were 0,003; 0,007; and <0,001; respectively, it can be concluded that the coagulant and the filtration media were significantly able for reducing TSS, ammonia and phosphate concentration in the liquid waste, and zeolite was determined as the most effective filter.

Keywords : hospital liquid waste, coagulant, lime, alum, filtration media, quartz sand, zeolite, total suspended solid, ammonia, phosphate

Intisari

Kegiatan rumah sakit tidak saja memberikan dampak positif bagi masyarakat, tetapi mempunyai potensi besar untuk menurunkan kualitas lingkungan dan kesehatan masyarakat, di antaranya karena limbah yang dihasilkan. Berdasarkan uji pendahuluan terhadap limbah cair yang ada di RSPAU Dr. Hardjolukito Yogyakarta, diperoleh hasil bahwa kadar TSS, NH₃ bebas dan fosfat masih melebihi baku mutu yang diatur oleh SK Gubernur DIY No 07 Tahun 2010. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas penambahan koagulan berupa kapur dan tawas, dengan media filtrasi pasir kuarsa berketebalan 40 cm serta media filtrasi zeolit berketebalan 40 cm dalam menurunkan kadar ke tiga parameter limbah tersebut, dengan melakukan penelitian true experiment dengan rancangan pre-test post-test with control group. Obyek penelitian adalah limbah cair terolah RSPAU Dr. Hardjolukito dan cara pengambilan sampel menggunakan metoda composite sampling. Penelitian dilakukan dalam lima kali ulangan di Politeknik Kesehatan Yogyakarta, sementara pemeriksaan parameter yang diteliti dilakukan di Balai Laboratorium Kesehatan Yogyakarta. Data hasil pemeriksaan diuji dengan one way anova, dan hasilnya menunjukkan bahwa penambahan koagulan dan media filtrasi pasir kuarsa dapat menurunkan kadar TSS sebanyak 30,91 %, amonia sebanyak 39,32 %, dan fosfat sebanyak 36,44 %. Sementara itu, penambahan koagulan dan media filtrasi zeolit dapat menurunkan kadar TSS sebanyak 46,89 %, amonia sebanyak 68,37 %, dan fosfat sebanyak 68,38 %. Nilai p yang diperoleh dari uji anova untuk kadar TSS, amonia dan fosfat, secara berturut-turut adalah sebesar 0,003; 0,007; dan < 0,001; sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan koagulan dan media filtrasi yang digunakan dalam penelitian ini mampu menurunkan kadar TSS, amonia dan fosfat di dalam limbah cair secara bermakna; dan media filtrasi yang lebih efektif adalah zeolit.

Kata Kunci : limbah cair rumah sakit, koagulan, kapur, tawas, media filtrasi, pasir kuarsa, zeolit, padatan terlarut total, amonia, fosfat.

PENDAHULUAN

Sebagai tempat untuk memperoleh upaya peningkatan kesehatan, rumah sakit tidak hanya terdiri dari unit pengobatan dan tempat praktik dokter, tetapi juga ditunjang oleh unit-unit lainnya, seperti ruang operasi, ruang rawat inap, laboratorium, farmasi, ruang administrasi, dapur, laundry, pengolahan sampah dan limbah, serta penyelenggaraan pendidikan dan pelatihan ¹⁾.

Kegiatan rumah sakit yang sangat kompleks, selain memberikan dampak positif bagi masyarakat dan lingkungan sekitar, juga mempunyai potensi besar untuk menurunkan kualitas lingkungan serta kesehatan masyarakat. Contohnya adalah limbah yang berasal dari aktivitas dan kegiatan rumah sakit yang dapat mencemari lingkungan. Salah satu jenis limbah yang dihasilkan oleh rumah sakit adalah berupa limbah cair.

Dampak buruk dari limbah cair, salah satunya adalah dapat menyebabkan gangguan terhadap kesehatan, mengingat banyak penyakit yang dapat ditularkan melalui limbah cair. Selain itu, limbah cair juga dapat mengganggu kehidupan biotik air yang menyebabkan menurunnya kadar oksigen di dalam air. Limbah yang langsung dibuang ke lingkungan, mengakibatkan timbulnya bau yang disebabkan oleh proses pembusukan dari zat organik yang terkandung di dalam limbah cair tersebut ²⁾.

Rumah Sakit Pusat Angkatan Udara (RSPA) Dr. Suhardi Hardjolukito yang berada di Yogyakarta, adalah rumah sakit yang karena kegiatannya, juga menghasilkan limbah cair. Rumah Sakit tersebut merupakan rumah sakit tipe B yang dikelola oleh Dinas Kesehatan Angkatan Udara.

Berdasarkan hasil pemeriksaan di Balai Laboratorium Lingkungan Yogyakarta pada tanggal 20 Maret 2013 dengan menggunakan data primer, diperoleh informasi bahwa kadar fosfat limbah cair dari IPLC RSPA adalah sebesar 8,6510 mg/l, adapun data yang diukur sendiri oleh pihak RSPA pada tanggal 7 Juni 2013, diketahui bahwa parameter limbah cair yang masih melebihi baku

mutu yang diperbolehkan adalah TSS, yaitu sebesar 38 mg/l, NH₃ bebas (amonia) sebesar 0,2952 mg/l dan fosfat sebesar 8,5400 mg/l.

Berdasarkan Surat Keputusan Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta No.7 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri, Pelayanan Kesehatan, dan Jasa Pariwisata; untuk rumah sakit dengan kelas B, kadar maksimum yang diperbolehkan bagi ke tiga parameter tersebut di atas, masing-masing adalah sebesar 35 mg/l untuk TSS; 0,1 mg/l untuk amonia; serta 2 mg/l untuk fosfat.

Dalam jangka panjang, kadar TSS, amonia dan fosfat yang melebihi baku mutu yang telah ditentukan akan menimbulkan dampak bagi kesehatan manusia dan lingkungan ³⁾. Dampak bagi kesehatan contohnya adalah timbul *septicemia* atau keracunan dalam darah, hingga terjadi demam menggigil dan bisa berakibat pada kematian. Adapun dampak bagi lingkungan, yaitu menyebabkan eutrofikasi ⁴⁾, suatu kondisi di mana jika hal tersebut dibiarkan maka kehidupan fauna dan flora air yang ada di badan air akan terganggu sehingga menyebabkan kualitas badan air menjadi menurun.

Salah satu alternatif upaya yang dapat dilakukan untuk menurunkan kadar TSS, amonia dan fosfat yang tinggi di RSPA tersebut adalah melalui penambahan koagulan dengan menggunakan media filtrasi. Koagulan seperti kapur dan tawas bersifat tidak larut dalam air sehingga akan mengendap bila bertemu dengan sisa-sisa basa. Oleh karena itu, dari hasil reaksi penambahan koagulan, endapan yang terjadi selanjutnya perlu dipisahkan melalui beberapa jenis filtrasi, di antaranya dengan menggunakan pasir kuarsa dan zeolit ⁵⁾.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas dari penambahan koagulan, yaitu gabungan kapur dan tawas masing-masing sebanyak 0,5 gram, dengan media filtrasi pasir kuarsa dengan ketebalan 40 cm serta zeolit dengan ketebalan 40 cm, dalam menurunkan kadar TSS, amonia dan fosfat limbah cair yang dihasilkan oleh RSPA Dr Suhardi Hardjolukito Yogyakarta.

METODA

Jenis penelitian yang dipakai adalah *true experiment* dengan rancangan *pre-test post-test with control group design* yang hasilnya akan dianalisis secara analitik dan deskriptif. Obyek yang diteliti adalah limbah cair terolah yang dihasilkan oleh RSPAU, dengan pengambilan sampel menggunakan metoda gabungan waktu atau *composite sampling*.

Prosedur penelitian meliputi tahap-tahap berikut: 1) persiapan penelitian, yang terdiri dari: melakukan survei lokasi penelitian dan mempersiapkan perzinan, melaksanakan survei pendahuluan, dan mempersiapkan alat dan bahan penelitian, 2) pelaksanaan penelitian, yang terdiri dari persiapan alat dan bahan untuk *jar test*, koagulan, dan filtrasi; pelaksanaan *jar test*, pemberian koagulan dan pemasangan media filtrasi. Pemeriksaan kadar TSS, amonia dan fosfat dilakukan baik sebelum maupun sesudah perlakuan dengan media filtrasi yang berbeda, serta pada kelompok kontrol atau pembandingan.

Penelitian dilakukan selama tujuh hari di Laboratorium Kimia Poltekkes Kemenkes Yogyakarta. Untuk setiap kelompok penelitian dilakukan pengulangan sebanyak lima kali. Pemeriksaan kadar parameter yang diteliti, selanjutnya dilakukan di Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (BBTKL PP) Yogyakarta.

Dalam melaksanakan penelitian, beberapa variabel pengganggu yang potensial untuk mempengaruhi hasil penelitian dikendalikan. Variabel-variabel tersebut adalah: kualitas limbah cair, diameter pasir kuarsa, ukuran zeolit, waktu kontak, debit aliran dan aerasi.

Uji statistik yang digunakan untuk menganalisis hasil penelitian adalah *one way anova* yang dilanjutkan dengan uji LSD, pada derajat kepercayaan 95 %, dengan menggunakan perangkat lunak SPSS for windows versi 16. Uji parametrik tersebut digunakan karena berdasarkan hasil uji normalitas data dengan *kolmogorov-smirnov* diperoleh nilai p lebih besar dari 0,05 untuk semua data penelitian dari ke tiga parameter yang

diperiksa, yaitu untuk kadar TSS, nilai p yang diperoleh 0,935; kadar amonia, p = 0,955; dan kadar fosfat, p = 0,723.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar TSS

Hasil pemeriksaan kadar TSS pada kelompok perlakuan dengan penambahan koagulan (kapur 0,5 gram dan tawas 0,5 gram) dengan penggunaan dua media filtrasi yang berbeda serta pada kelompok kontrol (tanpa penambahan koagulan dan media filtrasi) disajikan pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1.
Selisih penurunan kadar TSS pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan dengan media filtrasi yang berbeda

Ulangan	Kadar TSS (mg/l)		
	Kontrol	Perlakuan dengan koagulan & filter pasir kuarsa	Perlakuan dengan koagulan & filter zeolit
1	6	14	19
2	12	28	35
3	8	13	21
4	3	9	21
5	11	19	27
Jumlah	40	83	123
Rerata	8	16,6	24,6

Tabel 1 secara deskriptif memperlihatkan adanya penurunan kadar TSS setelah perlakuan dengan penambahan koagulan berupa kapur dan tawas, masing-masing sebesar 0,5 gram, baik pada media filtrasi pasir kuarsa dan zeolit, serta terjadi juga penurunan kadar TSS pada kelompok kontrol.

Pada penambahan koagulan dengan media zeolit, rata-rata penurunan kadar TSS yang terjadi dari lima kali ulangan penelitian adalah sebesar 24,6 mg/l, yaitu lebih tinggi jika dibandingkan dengan rerata penurunan yang diperoleh melalui penambahan koagulan dengan media filtrasi pasir kuarsa yang sebesar 16,6 mg/l. Adapun pada kelompok kontrol, rerata penurunan yang terjadi hanya sebesar 8 mg/l.

Kadar Amonia

Hasil pemeriksaan kadar Amonia, baik pada kelompok perlakuan maupun kelompok kontrol dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini :

Tabel 2.
Selisih penurunan kadar amonia pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan dengan media filtrasi yang berbeda

Ulangan	Kadar amonia (mg/l)		
	Kontrol	Perlakuan dengan koagulan & filter pasir kuarsa	Perlakuan dengan koagulan & filter zeolit
1	0,0206	0,1191	0,4911
2	0,3965	0,5121	0,6343
3	0,2635	0,4639	0,7682
4	0,0838	0,3182	0,6433
5	0,4841	0,5921	0,8657
Jumlah	1,2485	2,0054	3,4026
Rerata	0,2497	0,40108	0,68052

Secara deskriptif, dari ke tiga kelompok penelitian terlihat adanya penurunan kadar amonia. Setelah perlakuan dengan penambahan koagulan kapur dan tawas dengan menggunakan media penyaringan zeolit, rerata penurunan kadar amonia yang terjadi sebesar 0,68052 mg/l. Angka penurunan itu lebih besar jika dibandingkan dengan yang dihasilkan oleh koagulan dengan media filtrasi pasir kuarsa yang sebesar 0,40108 mg/l. Akan tetapi, rerata hasil penurunan ke dua kelompok perlakuan tersebut masih lebih besar jika dibandingkan dengan penurunan amonia pada kelompok kontrol.

Kadar Fosfat

Hasil pemeriksaan kadar fosfat, selanjutnya disajikan oleh Tabel 3. Terlihat bahwa secara deskriptif kadar fosfat setelah perlakuan dengan penambahan koagulan kapur 0,5 gram dan tawas 0,5 gram, baik yang menggunakan media filtrasi pasir kuarsa atau filtrasi zeolit, mengalami penurunan yang lebih besar jika dibandingkan dengan penurunan pada kelompok kontrol.

Kadar fosfat dengan menggunakan media filtrasi zeolit rata-rata turun sebesar 5,57296 mg/l, sementara itu, dengan menggunakan media filtrasi pasir kuarsa, rata-rata penurunannya adalah sebesar 2,93956 mg/l. Adapun pada kelompok kontrol, penurunan kadar fosfat yang terjadi hanya mencapai 1,38394 mg/l.

Tabel 3.
Selisih penurunan kadar fosfat pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan dengan media filtrasi yang berbeda

Ulangan	Kadar amonia (mg/l)		
	Kontrol	Perlakuan dengan koagulan & filter pasir kuarsa	Perlakuan dengan koagulan & filter zeolit
1	1,2104	3,4504	6,544
2	2,0236	3,8992	6,2972
3	0,7778	2,1767	5,4437
4	1,0098	2,1131	3,206
5	1,8981	3,0584	6,3739
Jumlah	6,9197	14,6978	27,8648
Rerata	1,38394	2,93956	5,57296

Hasil pengujian secara statistik dengan *one way anova* terhadap Tabel 1, didapatkan nilai p sebesar 0,003; yang menunjukkan bahwa perbedaan penurunan kadar TSS yang terjadi di antara ke tiga kelompok penelitian memang signifikan. Adapun hasil uji lanjutan dengan LSD menunjukkan bahwa penambahan koagulan dengan media penyaringan zeolit adalah yang paling tinggi kemampuan penurunannya (nilai p dengan pasir kuarsa 0,044, dan nilai p dengan kontrol 0,001).

Sementara itu, hasil pengujian secara statistik dengan *one way anova* terhadap Tabel 2, nilai p yang diperoleh adalah 0,007; yang menunjukkan bahwa perbedaan penurunan konsentrasi amonia yang terjadi di antara ke tiga kelompok penelitian memang bermakna. Hasil uji lanjutan dengan LSD menunjukkan bahwa penambahan koagulan dengan media penyaringan zeolit adalah yang paling tinggi kemampuan penurunannya

(nilai p dengan pasir kuarsa 0,028, dan nilai p dengan kontrol 0,002).

Selanjutnya, hasil uji statistik terhadap data di Tabel 3, mendapatkan nilai p kurang dari 0,001; yang menunjukkan bahwa perbedaan penurunan kadar untuk parameter fosfat di antara semua kelompok penelitian adalah memang bermakna. Hasil uji lanjutan dengan LSD, menyimpulkan bahwa variasi kogulan dengan media filtrasi zeolit adalah yang terbaik dalam menurunkan fosfat tersebut (nilai p dengan pasir kuarsa sebesar 0,001, dan nilai p dengan kontrol lebih kecil dari 0,001).

PEMBAHASAN

Dari Tabel 1 dapat diketahui bahwa penambahan koagulan dan media filtrasi zeolit dengan tebal 40 cm dapat menurunkan kadar TSS limbah cair yang dihasilkan oleh RSPAU sebesar 46,89 %, sementara dengan penambahan koagulan dan pasir kuarsa 40 cm, penurunan yang terjadi 30,91 %, dan pada kontrol hanya turun sebanyak 14,72 %.

TSS atau singkatan dari *total suspended solid*, adalah partikel yang berbeda dalam air yang dapat menyebabkan kekeruhan, tidak terlarut dan tidak dapat mengendap secara langsung yang diukur dengan jumlah berat dalam mg/l kering lumpur setelah mengalami penyaringan dengan membran berukuran 0,45 mikron⁶⁾.

Kadar TSS di lingkungan perairan yang melebihi baku mutu yang telah ditentukan dapat menurunkan kejernihan air sehingga menyebabkan kekeruhan dan oleh karenanya menghalangi sinar matahari yang masuk ke dalam air. Hal ini selain akan berpengaruh terhadap kemampuan ikan untuk melihat dan menangkap makanan, namun yang lebih penting adalah hal tersebut dapat mengganggu kehidupan biota yang ada di dalam air⁶⁾.

Dari Tabel 2 diketahui bahwa penambahan koagulan dan media filtrasi zeolit dengan ketebalan 40 cm dapat menurunkan kadar amonia di dalam limbah cair yang dihasilkan oleh RSPAU sebesar 68,37 %, sementara dengan pe-

nambahan koagulan dan pasir kuarsa dengan ketebalan 40 cm, penurunannya hanya 39,32 %, dan pada kontrol turun 23,34 %.

Amonia adalah gas alkalin yang tidak berwarna dan mempunyai daya iritasi tinggi yang dihasilkan selama dekomposisi bahan organik oleh deaminasi. Amonia dapat dihasilkan dari sekresi atau kotoran ikan dan bersifat racun bagi ikan itu sendiri. Amonia di dalam air permukaan, selain berasal dari air seni dan tinja, juga berasal dari oksidasi zat organik (HaObCcNd) secara mikrobiologis, yang berasal dari air alam atau air buangan industri dan penduduk⁶⁾.

Kadar amonia yang melebihi baku mutu yang telah ditentukan, dapat menyebabkan gangguan bagi kesehatan manusia, yaitu dapat menyebabkan iritasi di saluran pernapasan, hidung, tenggorokan, mata serta paru-paru. Adapun dampak bagi lingkungan adalah mengganggu kehidupan biota di dalam air dan dapat menyebabkan kematian pada ikan di perairan⁶⁾.

Dari Tabel 3 dapat diketahui bahwa penambahan koagulan dan media filtrasi zeolit berketebalan 40 cm adalah yang paling besar kemampuannya dalam menurunkan kadar fosfat limbah cair yang dikeluarkan oleh RSPAU, yaitu sebesar 68,38 %; sementara koagulan dan pasir kuarsa dengan ketebalan 40 cm dapat menurunkan 36,44 %; dan pada kelompok kontrol hanya mampu turun 17,2 %.

Fosfat berada di dalam limbah cair dalam bentuk organik sebagai ortofosfat anorganik atau sebagai fosfat kompleks. Fosfat kompleks mewakili kira-kira separuh dari fosfat air limbah perkotaan dan berasal dari penggunaan bahan-bahan sintesis. Fosfat kompleks mengalami hidrolisis selama pengolahan secara biologis dan menjadi bentuk ortofosfat (PO_4^{3-})⁶⁾.

Kadar fosfat yang melebihi baku mutu yang telah ditentukan, dalam jangka panjang akan menimbulkan dampak bagi kesehatan dan lingkungan³⁾. Dampak bagi kesehatan manusia misalnya adalah kejadian *septicemia* atau keracunan dalam darah, hingga terjadi demam menggigil yang bisa mengakibatkan

kan kematian. Adapun dampak bagi lingkungan, yaitu dapat menyebabkan timbulnya eutrofikasi, di mana apabila hal tersebut dibiarkan maka kehidupan fauna dan flora yang berada di badan air akan terganggu sehingga menyebabkan kualitas badan air pun akan menurun ⁴⁾.

Sementara itu, kapur (*lime*) secara umum terdapat dalam dua bentuk yaitu CaO dan Ca(OH)₂. CaO adalah bahan yang mudah larut dalam air dan menghasilkan gugus hidroksil Ca(OH)₂ yang bersifat basa dan dalam penggunaannya disertai dengan keluarnya panas yang tinggi. Penggunaan kapur di bidang kesehatan lingkungan adalah untuk pengolahan air kotor dan air limbah yang dihasilkan oleh industri maupun tempat-tempat lainnya seperti rumah sakit. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Wianti, diketahui bahwa penambahan kapur dalam pengolahan limbah cair dari Rumah Sakit Rinish dapat menurunkan kadar fosfat sebesar 89,95 % ⁷⁾.

Sementara itu, tawas (*alum*) adalah sejenis koagulan dengan beberapa rumus kimia, yaitu Al₂SO₄11H₂O, Al₂SO₄14H₂O atau Al₂SO₄18H₂O. Namun yang paling umum digunakan adalah koagulan dengan rumus kimia yang terakhir. Semakin banyak ikatan molekul hidrat yang ada maka semakin banyak ion lawan yang nantinya akan dapat ditangkap, walaupun umumnya tidak stabil. Pada pH kurang dari 7, akan terbentuk Al(OH)⁻⁴ dan flok-flok Al(OH)₃ berwarna putih yang akan mengendap ⁸⁾. Pengolahan air dengan menggunakan tawas dapat menurunkan kadar TSS sebesar 93,37 % sehingga dapat menjernihkan air keruh menjadi air yang lebih bersih ⁸⁾.

Koagulasi adalah proses dicampurnya koagulan dengan pengadukan secara tepat guna mendistabilisasi koloid dan zat solid yang tersuspensi halus, di mana masa inti partikel kemudian membentuk jonjot mikro (mikro flok) ⁹⁾.

Bahan koagulan seperti kapur dan tawas, efektif dalam menurunkan kadar TSS, amonia dan fosfat dalam limbah cair. Hal ini dikarenakan perpaduan dari kapur dan tawas tersebut dapat saling mengoreksi pH, karena proses pem-

bentukan flok pada proses koagulasi sangat dipengaruhi oleh faktor fisika dan kimia seperti kondisi pengadukan, pH, alkalinitas, kekeruhan dan suhu sehingga proses ini dapat menurunkan kadar parameter tersebut di dalam limbah cair rumah sakit ¹⁰⁾.

Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa pengolahan limbah cair dengan cara koagulasi dapat menurunkan kadar TSS sebesar 81,57 % ¹¹⁾, dan pengaruh kapur 41,817 ppm dan tawas 0,0213 gram sebagai koagulasi dapat mengendapkan 300 ml air keruh dengan konsentrasi pengaruh 1800 ppm dalam waktu reaksi selama lima menit ¹²⁾.

Adapun pasir kuarsa adalah bahan galian yang terdiri atas kristal-kristal silika (SiO₂) dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan ⁵⁾. Pasir kuarsa ini sering digunakan dalam proses penyaringan air, di mana pengolahan air dengan saringan pasir digunakan untuk menghilangkan kadar kimia di dalam air. Pasir kuarsa yang mengandung 99 % SiO₂ merupakan jenis pasir yang baik untuk digunakan dalam saringan pasir cepat. Dalam penggunaannya, pasir semiminal mungkin mengandung kotoran lain. Oleh karenanya, sebelum dipakai, pasir harus dicuci sampai air cucuannya memiliki kekeruhan sebesar 1 mg/l SiO₂ ¹³⁾.

Zeolit adalah senyawa alumunio silika yang berhidrat dengan kation natrium, kalium dan barium. Zeolit memiliki struktur molekul yang unik, yaitu atom silikon dikelilingi oleh empat atom oksigen sehingga membentuk semacam jaringan dengan pola yang teratur.

Struktur zeolit adalah kompleks, yaitu polimer kristal anorganik didasarkan kerangka tetrahedral yang diperluas tak terhingga dari AlO₄ dan SiO₄ dan dihubungkan satu dengan lainnya melalui pembagian bersama ion oksigen. Struktur kerangka ini mengandung saluran yang diisi oleh kation dan molekul air. Kation aktif bergerak dan umumnya bertindak sebagai *ion exchanger*.

Keberadaan air sendiri dapat dihilangkan secara *reversible*, yang secara umum dilakukan melalui pemberian panas. Keberadaan atom alumunium ini

secara keseluruhan akan menyebabkan zeolit memiliki muatan negatif ¹⁴⁾.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Nehemia, pengolahan air limbah dengan cara filtrasi menggunakan pasir kuarsa dapat menurunkan kadar fosfat sebesar 10,878 % sedangkan penggunaan zeolit dapat menurunkan kadar fosfat sebesar 16,156 % ¹⁵⁾.

Hasil di atas, sama dengan yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan, yaitu bahwa penambahan koagulan dan media filtrasi zeolit berketebalan 40 cm, lebih baik dari pada pengolahan dengan koagulan dan filtrasi pasir kuarsa berketebalan 40 cm dalam menurunkan kadar TSS, amonia dan fosfat di dalam limbah cair yang dihasilkan oleh RSPAU Yogyakarta.

Zeolit mempunyai beberapa kelebihan, diantaranya adalah bersifat sebagai dehidrator, adsorben, media pertukaran ion (*ion exchanger*) ¹⁴⁾, katalis dan penyaring atau pemisah dalam pengolahan limbah serta sebagai penyaring molekul. Struktur zeolit yang berongga mampu menyerap molekul berukuran kecil dalam jumlah yang lebih besar ¹⁶⁾ dibandingkan dengan yang mampu diserap oleh pasir kuarsa.

Kemampuan zeolit dalam proses *ion exchange* adalah sebagai penyerap dan penyaring molekul. Zeolit mudah melakukan pertukaran ion-ion alkalinya dengan ion-ion elemen lain. Dengan demikian, pada saat air baku dialirkan melalui filter zeolit, kation akan diikat oleh zeolit yang memiliki muatan negatif, dan kemudian zeolit juga mudah melepas kation tersebut dan menggantinya dengan mengikat kalsium atau magnesium.

Dalam penelitian ini, kelompok kontrol juga ternyata menunjukkan penurunan kadar TSS, amonia dan fosfat, walau tidak signifikan. Hal tersebut terjadi karena pada kelompok kontrol juga dilakukan proses pengadukan yang dilanjutkan dengan penyaringan dengan menggunakan kerikil dengan ketebalan 10 cm, dan ijuk dengan ketebalan 10 cm.

Berdasarkan hasil penelitian, maka penggunaan koagulan berupa kapur dan tawas serta media filtrasi zeolit dapat digunakan sebagai alternatif dalam me-

ngatasi masalah limbah cair khususnya tingginya kadar TSS, amonia dan fosfat yang ditemui di RSPAU Dr. Suhardi Hardjolukito Yogyakarta. Dalam aplikasinya di keadaan yang sesungguhnya, beberapa hal perlu diperhatikan yaitu ukuran media filtrasi, debit alir, dan masa tinggal. Hal tersebut perlu dilakukan agar kebutuhan kapur dan tawas yang sesuai dengan dosis yang telah ditentukan, dan untuk kurun waktu tertentu menjadi dapat diperkirakan sebelumnya.

KESIMPULAN

Penambahan koagulan yang terdiri dari kapur sebanyak 0,5 gram dan tawas sebanyak 0,5 gram, serta menggunakan media filtrasi pasir kuarsa dengan ketebalan 40 cm, mampu menurunkan kadar TSS, amonia dan fosfat, masing-masing secara berturut-turut sebesar 16,6 mg/l (30,91 %), 0,40108 mg/l (39,32 %), dan 2,93956 mg/l (36,44 %).

Penambahan koagulan yang terdiri dari kapur sebanyak 0,5 gram dan tawas sebanyak 0,5 gram, serta menggunakan media filtrasi zeolit berketebalan 40 cm mampu menurunkan kadar TSS, amonia dan fosfat, masing-masing secara berturut-turut sebesar 24,6 mg/l (46,89%), 0,68052 mg/l (68,37%), dan 5,57296 mg/l (68,38%).

Koagulan dan media filtrasi yang paling efektif menurunkan kadar TSS, amonia dan fosfat pada limbah cair yang dihasilkan oleh RSPAU Dr. Suhardi Hardjolukito Yogyakarta adalah kapur dan tawas dengan berat masing-masing 0,5 gram dan filter zeolit setebal 40 cm.

SARAN

Bagi pengelola IPAL di RSPAU Dr. Suhardi Hardjolukito Yogyakarta, disarankan untuk menggunakan bahan koagulan berupa kapur dan tawas, serta media filtrasi berupa zeolit di lokasi IPAL yang baru yaitu di sebelah timur RSPAU, sebagai salah satu alternatif untuk menurunkan kadar TSS, amonia dan fosfat yang masih melebihi baku mutu yang ditetapkan.

Adapun bagi mereka yang ingin melakukan penelitian serupa, disarankan untuk mengaplikasikan penelitian yang berskala lapangan alih-alih berskala laboratorium, sehingga pengaruh penambahan koagulan dan media filtrasi yang digunakan dapat diketahui untuk keadaan yang sesungguhnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Undang-Undang Negara Republik Indonesia No 44 Tahun 2009 Tentang Rumah Sakit, 2009, Depkes RI, Jakarta.
2. Sugiharto, 2005. *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*, Universal Indonesia, Jakarta.
3. Marhadi, 2009. *Potensi Azolla (Azolla pinata) sebagai Peran Berbasis Lokal* (<http://marhadinutrisi06.blogspot.com>, diakses 28 Juni 2013).
4. Effendi, 2003. *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*, Kanisius, Jakarta.
5. Kusnaedi, 2005. *Mengolah Air Gambut dan Air Kotor untuk Air Minum*, Penebar Swadaya, Jakarta.
6. Widyastuti, 2006. *Bahaya Bahan Kimia pada Kesehatan, Manusia dan Lingkungan*, Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
7. Winarti, 2010. Efektivitas larutan kapur dalam menurunkan kadar fosfat pada air limbah rumah sakit Rinish, *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 8 (3).
8. Ramadhani, S., 2013. Perbandingan efektivitas tepung biji kelor (*Moringa oleifera* Lamk), poly aluminium chloride (PAC), dan tawas sebagai koagulan untuk air jernih, *Jurnal Ilmiah Jurusan Budidaya Pertanian*, 6 (2).
9. Tjokrokusomo, 1995. *Pengantar Konsep Teknologi Bersih Khusus Pengelolaan dan Pengolahan Air*, Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan Yayasan Lingkungan Hidup Yogyakarta, Yogyakarta.
10. Budi, S. S., 2007. Penurunan fosfat dengan penambahan kapur (lime), tawas dan filtrasi zeolit pada limbah cair Rumah Sakit Bethesda Yogyakarta. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 5 (3).
11. Pulungan, M. H., 2008. Proses pengolahan limbah cair tahu dengan bahan koagulasi alami, *Jurnal Ilmiah Jurusan Budidaya Pertanian*, 1 (3).
12. Sugilili, dkk., 2009. Optimasi tawas dan kapur untuk koagulan air keruh dengan Penanda I-131. *Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia*, 10 (2).
13. Sanropie, D. dkk., 1984. *Penyediaan Air Bersih*, APK-TS Depkes RI, Jakarta.
14. Kusnaedi, 2010. *Mengolah Air Kotor untuk Air Minum*, Penebar Swadaya, Yogyakarta.
15. Nehemia, R., 2013. Penurunan kadar fosfat dengan menggunakan media pasir kuarsa dan zeolit dalam saringan pasir lambat pada limbah yang dihasilkan laundry di Pasar I Kelurahan Titi Rantai Kecamatan Medan Baru, *Jurnal Lingkungan dan Keselamatan Kerja*, 2 (2).
16. Kumalasari dan Yogi, 2011. *Teknik Praktis Mengolah Air Kotor menjadi Air Bersih hingga Layak Diminum*, Laskar Askara, Bekasi.