

PENGUNAAN RANGKAIAN FILTRASI FM2FV UNTUK MENURUNKAN KADAR KEKERUHAN DAN COLIFORM AIR HUJAN DI RS BETHESDA YOGYAKARTA TAHUN 2012

Fransisca Widiara Arimawanti*, Lucky Herawati**, F. X. Amanto Rahardjo***

* Rumah Sakit Bethesda Yogyakarta, Jl. Jenderal Sudirman No.70 Yogyakarta
email: widi_frans@ymail.com

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

*** JKL Poltekkes Kemenkes Yogyakarta

Abstract

Rainwater is one of the most potential sources for water supply which can be used for everyday purposes, including in hospitals. Rainwater relatively has good quality, however, in the harvesting process, i.e. by collecting the water pouring from the roof, pollutants may be brought and affecting the quality of the rainwater. Filtration by using multimedia filter and ultraviolet disinfection (FM2FV) prior to the use of rainwater is one effort that can be applied to tackle that problem. The study was held in Bethesda Hospital of Yogyakarta, and was aimed to know the influence of the use of the filtration series in decreasing turbidity and coliform by employing a pre-test post-test with control group designed experiment. The rainwater sample was collected by using integrated sampling method from five collection points, and the subsequent examination of turbidity and coliform were conducted in the Health Laboratory Office of Yogyakarta. Between each repli-cations, in order to clean the filtration mediums, the series were washed before be used again. The results showed that after the data were tested by using multivariate anova (manova), it was found that the aggregated p value was <0.05, meaning that the filtration process was significant in declining both the turbidity level and coliform number between the treatment and control groups. In the treatment group the turbidity and coliform decreased as much as 68,17 % and 95,11 %, respectively.

Keywords : rainwater harvesting, water filtration, ultra violet, turbidity, coliform

Intisari

Air hujan merupakan salah satu sumber air alternatif yang paling potensial, yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan sehari-hari termasuk di rumah sakit. Air hujan mempunyai kualitas yang relatif baik namun dalam proses pemanenannya (rainwater harvesting), yaitu dengan cara mengumpulkan air yang mengucur dari atap, polutan dapat masuk sehingga mengakibatkan turunnya kualitas air hujan tersebut. Filtrasi dengan filter multimedia, serta disinfeksi menggunakan ultra violet (FM2FV) sebelum air hujan tersebut digunakan, adalah salah satu upaya untuk menanggulangi masalah tersebut. Penelitian yang berlokasi RS Bethesda Yogyakarta ini, bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan rangkaian filtrasi tersebut dalam menurunkan kadar kekeruhan dan coliform. Eksperimen yang digunakan menggunakan desain pre test-post test with control group. Sampel air hujan diperoleh dengan metoda integrated sampling dari lima lokasi pengumpulan. Pemeriksaan kadar kekeruhan dan coliform dilakukan di Balai Laboratorium Kesehatan Yogyakarta. Tiap sebelum dilakukan replikasi, media filtrasi dicuci bersih terlebih dahulu sebelum digunakan kembali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah diuji menggunakan uji multivariate anova (manova), secara bersama-sama nilai signifikansi menunjukkan kurang dari 0,05, yang berarti penggunaan rangkaian filtrasi berpengaruh secara bermakna terhadap penurunan kadar kekeruhan dan coliform di antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Pada kelompok eksperimen kadar kekeruhan turun sebesar 69,17 % dan coliform turun sebesar 95,11%.

Kata Kunci : pemanenan air hujan, penyaringan air, ultra violet, kekeruhan, coliform

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan dasar yang sangat penting bagi setiap makhluk hidup. Kebutuhan akan air bagi kehidupan manusia selain dipergunakan

untuk keperluan sehari-hari juga dibutuhkan untuk penyelenggaraan kegiatan ekonomi serta kegiatan perkotaan, termasuk juga di dalamnya untuk memenuhi kebutuhan fasilitas umum seperti rumah sakit.

Air bagi rumah sakit merupakan kebutuhan yang sangat pokok. Setiap unit yang ada di rumah sakit pasti memerlukan air bersih dengan kuantitas dan kualitas yang sesuai dengan fungsinya masing-masing. Salah satu unit di rumah sakit yang sangat bergantung terhadap ketersediaan air dalam proses pelayanannya, baik dari segi kuantitas maupun kualitas, adalah unit *laundry*.

Kegiatan operasional pencucian linen yang dilakukan oleh unit *laundry* rumah sakit membutuhkan air kurang lebih 40 % dari kebutuhan air di seluruh rumah sakit, atau diperkirakan 200 liter per tempat tidur per hari. Kualitas air yang digunakan harus sesuai dengan baku mutu air bersih yang diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416 /Per/Men.Kes/IX/1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan¹⁾.

Namun saat ini, ketersediaan sumber air di banyak rumah sakit semakin mengalami penurunan baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Hal tersebut dikarenakan semakin berkurangnya daerah resapan air dan padatnya bangunan di rumah sakit itu sendiri, sehingga berakibat pada berkurangnya cadangan air tanah yang kemudian tentu saja dapat mengganggu kegiatan pelayanan, termasuk di unit *laundry*.

Unit *laundry* di Rumah Sakit Bethesda Yogyakarta, merupakan unit yang bertanggungjawab terhadap proses pencucian linen yang ada di seluruh rumah sakit. Kebutuhan air untuk operasional setiap harinya pada tahun 2011 rata-rata sebesar 30,54 m³, sementara pada tahun 2012 naik menjadi rata-rata sebesar 45 m³. Pasokan air untuk memenuhi kebutuhan unit tersebut diambil dari sumber air tanah yang ada di rumah sakit. Meningkatnya kebutuhan air di unit *laundry* secara otomatis juga akan meningkatkan pemakaian air bersih di RS Bethesda, dan berdampak terhadap tingginya biaya retribusi pemanfaatan air tanah.

Sementara itu, di dalam rencana strategis (renstra) yang disusun oleh RS Bethesda ditetapkan bahwa efisiensi dan efektifitas di semua unit, termasuk unit *laundry*, harus ditingkatkan, namun di-

laksanakan tanpa mengurangi kualitas pelayanan yang diberikan kepada para pelanggan²⁾.

Berdasarkan hal tersebut diatas, penulis tertarik untuk mencari alternatif sumber air yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan di unit *laundry* sehingga dapat menekan beban biaya retribusi pemakaian air tanah, dan mendukung program peningkatan efisiensi. Salah satunya yang dapat menjadi alternatif sumber air adalah air hujan.

Air hujan merupakan sumber air alternatif yang paling potensial, namun pemanfaatannya masih belum optimal. Demikian pula yang terjadi di RS Bethesda Yogyakarta, keberadaan air hujan belum dimanfaatkan optimal. Namun demikian, untuk memanfaatkan air hujan harus diperhatikan kualitas air hujan yang digunakan tersebut.

Hasil uji terhadap kandungan air hujan yang diambil pada tempat penampungan air hujan RS Bethesda, diperoleh kadar kekeruhan sebesar 33,4 NTU dan *coliform* sebesar 233 MPN/100 ml. Ke dua parameter tersebut belum memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan sehingga agar air hujan tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber air baku, masih diperlukan sistem pengolahan yang mampu meningkatkan kualitasnya.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis membuat model pengolahan air hujan dengan menggunakan rangkaian penyaringan yang disebut sebagai FM2FV, yaitu rangkaian filtrasi dengan filter multimedia berupa saringan pasir lambat dan karbon aktif dengan arah aliran *up flow*, serta disinfeksi dengan menggunakan ultra violet.

Penelitian ini terinspirasi oleh penelitian pemanfaatan air hujan yang dilakukan oleh Setiawan yang mengolah dengan metoda filtrasi filter single media dan ultra violet, yang mampu menurunkan kadar kekeruhan sebesar 46,191 % dan total *coliform* sebesar 99,842 %³⁾. Penelitian yang lain juga memberikan hasil bahwa sinar ultra violet mampu menurunkan kandungan *coliform* dari 5 MPN/100 ml menjadi 0 MPN/100 ml⁴⁾.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh aplikasi rang-

kaian filtrasi dengan menggunakan multi media filter dan sinar ultra violet terhadap penurunan kadar kekeruhan dan *coliform* air hujan di RS Bethesda Yogyakarta.

METODA

Penelitian yang digunakan bersifat eksperimen dengan desain *pre-post test with control group*. Obyek penelitian adalah air hujan yang turun di RS Bethesda dan ditampung di bak penampungan air hujan yang dipasang pada lima lokasi. Pengumpulan air hujan (pemanenan air hujan) dilakukan dengan cara menampungnya di dalam bak berukuran volume 160 liter yang diletakkan tepat di bawah talang air hujan di lokasi yang telah ditentukan. Pada masing-masing lokasi dipasang satu buah bak penampungan.

Metode pengambilan sampel air hujan yang digunakan adalah *integrated sampling* (gabungan tempat). Jumlah sampel yang diambil proporsional, yaitu dari masing-masing PAH diambil 36 liter. Besar sampel untuk penelitian eksperimen minimal sebanyak 15 per kelompok dengan kontrol ketat.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: 1) rangkaian unit pengolahan, yang terdiri dari saringan pasir dan saringan karbon aktif dan ultra violet, 2) peralatan yang digunakan dalam proses pemanenan air hujan dan pengambilan sampel air hujan, yang terdiri dari bak tampungan dengan volume 160 liter dan jerigen dengan volume 25 liter, dan 3) peralatan pengambilan sampel untuk pemeriksaan kekeruhan dan *coliform*. Adapun bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah air hujan yang tertampung dalam bak penampungan air hujan, pasir kuarsa dan karbon aktif.

Tahap pelaksanaan penelitian dimulai dengan memasang bak penampung air hujan di lokasi yang telah ditetapkan. Selanjutnya, ada lima langkah yang dilakukan, yaitu: 1) Mempersiapkan media filter, yaitu melakukan pengayakan media filter untuk mendapatkan ukuran pasir sebesar 0,3 mm dan karbon

aktif dengan ukuran *mesh* antara 14 -20. Media filter tersebut kemudian dicuci hingga bersih, 2) Membuat alat filtrasi, yaitu menggunakan pipa PVC dengan diameter 8 inci dan panjang 1,8 meter, sebanyak 4 batang. Pada pipa tersebut dibuat satu buah lubang berdiameter $\frac{3}{4}$ inci pada salah satu sisinya dengan jarak pusat lubang dengan ujung pipa bagian bawah sejauh 10 cm, dan selanjutnya dipasang *fitting*. Lubang tersebut berfungsi sebagai *inlet*. Pada salah satu sisi pipa yang lain, dibuat satu lubang lagi dengan diameter $\frac{3}{4}$ inci juga, dengan jarak pusat lubang diukur dari pipa bagian bawah adalah 1,5 m. Lubang ini berfungsi sebagai *outlet*. Selanjutnya *fitting-fitting* dipasang dan kerikil dimasukkan melalui lubang pipa sebelah bawah. Seluruh pipa, baik pada kelompok eksperimen maupun kontrol, diberi kerikil sebagai penahan dengan tinggi 20 cm, dan kemudian dipasang dop bawah. Selanjutnya, untuk pipa I yang digunakan sebagai pipa eksperimen dilakukan pengisian media pasir, dan pipa II diisi arang aktif melalui lubang bagian atas dengan ketinggian media masing-masing 60 cm. Pipa tersebut kemudian diberi penahan di atasnya dan selanjutnya lubang sebelah atas ditutup dengan dop. Adapun untuk pipa kontrol, hanya diisi media penahan, dan dipasang pipa-pipa dan kran pengatur aliran, serta kran sampel *inlet* dan *outlet*, 3) Merangkai unit filtrasi dengan bak ekualisasi dan ultra violet, yaitu pada bak ekualisasi dipasang 2 kran untuk pengaturan aliran masuk (*inlet*) untuk kelompok kontrol dan eksperimen, dan selanjutnya dirangkai atau dihubungkan dengan selang plastik ke pipa I dari eksperimen dan kontrol, serta dipasang kran untuk pengambilan sampel *pre-test* untuk rangkaian *FM2FV* tersebut *Outlet* pipa I dirangkai atau dihubungkan dengan pipa PCV berdiameter $\frac{3}{4}$ inci ke pipa II, dan selanjutnya *outlet* pipa II untuk eksperimen dirangkai dengan pipa PVC berdiameter $\frac{3}{4}$ inci ke ultra violet pada *outlet*-nya diberi kran untuk pengambilan sampel *post-test* kelompok eksperimen. Adapun untuk kelompok kontrol, langsung dipasang kran *outlet* untuk pengambilan sampel *post-*

test, 4) Melaksanakan penelitian, yaitu mengambil sampel air hujan sebanyak 180 liter, dan dimasukkan ke dalam bak ekualisasi, dengan debit *inlet* pada kontrol dan eksperimen diatur sebesar 220 ml/menit. Menyalakan UV selama proses pengolahan pada kelompok perlakuan berlangsung, dan dilakukan pengambilan sampel *pre-test* untuk pemeriksaan kadar kekeruhan dan *coliform* untuk kelompok perlakuan dan kontrol. Sampel *post-test* diambil setelah air keluar melalui kran *outlet*, baik pada kelompok perlakuan maupun kontrol, 5) Mengirim sampel untuk pemeriksaan kadar kekeruhan dan *coliform* ke Balai Laboratorium Kesehatan Yogyakarta, 6) Melakukan pengulangan pengolahan dengan rangkain FM2FV dengan terlebih dahulu dilakukan pencucian terhadap media saring yang digunakan.

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dan analitik menggunakan uji parametrik *multivariate anova (manova)* pada derajat kepercayaan 95 %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian disajikan dalam tabel-tabel berikut, di mana berdasarkan data pada Tabel 1, pada kelompok perlakuan diperoleh jumlah data kadar kekeruhan yang bernilai positif dan selanjutnya akan dianalisis adalah sebanyak 17 data, dan untuk *coliform* sebanyak 15 data.

Dari data yang akan dianalisis pada kelompok perlakuan tersebut, rentang penurunan kadar kekeruhan adalah antara 0,62 NTU hingga 15,81 NTU dengan rerata sebesar 5,59 NTU. Adapun untuk *coliform*, rentang penurunannya berkisar antara 99 MPN/100 ml dan 1896 MPN/100 ml dengan rerata 856,0 MPN/100 ml.

Jika data tersebut disajikan dalam bentuk prosentase penurunan, maka seperti yang dapat terlihat pada Tabel 2, untuk kadar kekeruhan, kisarannya terletak antara 33,33 % dan 94,61 % dengan rata-rata sebesar 69,17 %. Sedangkan untuk penurunan *coliform* rentangnya antara 70,82 % dan 100,0 % dengan rata-rata 95,11 %.

Adapun berdasarkan data pada Tabel 3, pada kelompok kontrol diperoleh jumlah data kadar kekeruhan yang bernilai positif dan selanjutnya akan dianalisis adalah sebanyak 16 data, serta untuk *coliform* yang bernilai positif dan dianalisis sebanyak 8 data.

Tabel 1.
Penurunan kadar kekeruhan dan coliform antara pre-test dan post-test di kelompok perlakuan

No urut	Kadar kekeruhan (NTU)			Coliform (MPN/100 ml)		
	Pre test	Post test	Penurunan	Pre test	Post test	Penurunan
1	21,30	5,49	15,81	233	68	165
2	7,32	2,73	4,59	390	59	331
3	3,52	1,81	1,71	1898	38	1860
4	8,10	1,42	6,68	1898	29	1869
5	5,03	1,31	3,72	494	21	473
6	1,73	1,14	0,59	494	29	465
7	1,74	1,16	0,58	113	14	99
8	2,41	1,00	1,41	390	2	388
9	3,63	1,19	2,44	233	2	231
10	4,80	0,88	3,92	294	0	294
11	1,33	0,71	0,62	494	5	489
12	9,16	1,12	8,04	494	0	494
13	4,20	0,82	3,38	1898	2	1896
14	6,68	1,00	5,68	1898	8	1890
15	10,40	0,98	9,42	1898	2	1896
16	7,92	2,07	5,85			
17	21,70	1,17	20,53			
X	7,12	1,528	5,59	874,6	18,6	856,0

Dari data yang akan dianalisis pada kelompok kontrol tersebut, rentang penurunan kadar kekeruhan adalah antara 0,55 NTU dan 9,62 NTU dengan rata-rata sebesar 2,85 NTU; sedangkan untuk *coliform* rerata penurunannya adalah 371,63 MPN/100 ml dengan rentang antara nilai terendah dan nilai tertinggi adalah 0 MPN/100 ml dan 1509 MPN/100 ml.

Jika data tersebut disajikan dalam bentuk prosentase penurunan, maka seperti yang dapat terlihat pada Tabel 4,

untuk kadar kekeruhan, kisarannya terletak antara 15,61 % dan 75,41 % dengan rata-rata sebesar 44,54 %. Sedangkan untuk penurunan *coliform* rentangnya antara 0,0 % dan 79,45 % dengan rata-rata sebesar 21,77 %.

Tabel 2.

Prosentase penurunan kadar kekeruhan dan coliform antara pre-test dan post-test di kelompok perlakuan

No urut	% Penurunan kadar kekeruhan	% Penurunan Coliform
1	74,23	70,82
2	62,70	84,87
3	48,58	98,00
4	82,47	98,47
5	73,96	95,75
6	34,10	94,13
7	33,33	87,61
8	58,55	99,49
9	67,22	99,14
10	81,73	100,0
11	43,69	98,99
12	87,77	100,0
13	80,60	99,89
14	85,12	99,58
15	90,64	99,89
16	73,86	
17	94,61	
Rerata	69,17	95,11

Secara deskriptif terlihat bahwa penurunan yang terjadi, baik untuk kekeruhan maupun *coliform* pada kelompok perlakuan lebih besar dibanding yang terjadi pada kelompok kontrol. Untuk itu, secara analitik perlu dilakukan uji statistik untuk mengetahui apakah perbedaan itu memang bermakna, namun sebelumnya distribusi data diuji terlebih dahulu normalitasnya agar selanjutnya dapat mengguakan uji statistik yang diinginkan.

Hasil uji normalitas data dengan uji Kolmogorov-Smirnov, memperoleh nilai p lebih besar dari 0,05, sehingga uji sta-

tistik parametrik dengan manova dapat dilakukan dan hasil dari uji tersebut adalah secara bersama-sama diperoleh nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05, yang berarti rangkaian filtrasi FM2FV secara bermakna berpengaruh terhadap penurunan kadar kekeruhan dan *coliform* yang terjadi pada kelompok perlakuan dan kelompok kontrol.

Tabel 3.

Selisih penurunan kadar kekeruhan dan coliform antara pre-test dan post-test di kelompok kontrol

No urut	Kadar kekeruhan (NTU)			Coliform (MPN/100 ml)		
	Pre test	Post test	Penu runan	Pre test	Post test	Penu runan
1	7,62	6,38	1,24	233	233	0
2	9,48	8,00	1,48	1898	494	1404
3	6,35	2,05	4,30	1898	390	1508
4	2,46	1,76	0,70	294	294	0
5	3,58	2,41	1,17	294	233	61
6	2,27	1,08	1,19	390	390	0
7	2,07	1,52	0,55	390	390	0
8	15,50	7,17	8,33	494	494	0
9	1,94	1,25	0,69			
10	8,36	3,85	4,51			
11	3,55	1,40	2,15			
12	5,91	4,63	1,28			
13	4,80	1,60	3,20			
14	4,92	1,21	3,71			
15	13,20	3,58	9,62			
16	4,41	2,98	1,43			
X	6,026	3,18	2,85	736,38	364,75	371,63

Hasil *descriptive statistics* uji tersebut menunjukkan bahwa perbandingan rata-rata penurunan kadar kekeruhan di kelompok perlakuan adalah 67,1593, lebih besar daripada kelompok kontrol yaitu 36,6841. Adapun perbandingan penurunan *coliform* di kelompok perlakuan adalah 95,1087, atau lebih besar dari 21,7716 pada kelompok kontrol. Hal ini berarti bahwa untuk menurunkan kadar kekeruhan dan *coliform* dari air hujan di RS Bethesda, pengolahan dengan rang-

kaian filtrasi FM2FV ini baik untuk diterapkan.

Tabel 4.

Prosentase penurunan kadar kekeruhan dan coliform antara pre-test dan post-test di kelompok kontrol

No urut	% Penurunan kadar kekeruhan	% Penurunan Coliform
1	16,27	0,00
2	15,61	73,97
3	67,72	79,45
4	28,46	0,00
5	32,68	20,75
6	52,42	0,00
7	26,57	0,00
8	53,74	0,00
9	35,57	
10	53,95	
11	60,56	
12	21,63	
13	66,67	
14	75,41	
15	72,88	
16	32,43	
Rerata	44,54	21,77

PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian terlihat bahwa pengolahan dengan rangkaian *FM2FV* mampu menurunkan kadar kekeruhan dan coliform, ini ditunjukkan dengan hasil uji statistik bahwa secara bersama-sama nilai signifikansi atau p lebih kecil dari 0,05, yang berarti alat filtrasi tersebut berpengaruh terhadap penurunan kadar kekeruhan dan *coliform* pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol.

Adapun berdasarkan hasil *descriptive statistics* ditunjukkan bahwa perbandingan rata-rata penurunan kekeruhan maupun coliform pada kelompok perlakuan adalah lebih besar dibandingkan dengan kelompok kontrol. Hal ini berarti pengolahan dengan rangkaian filtrasi dengan multi media filter dan ultra violet

(*FM2FV*) tersebut lebih baik diterapkan untuk mendapatkan penurunan kadar kekeruhan dan *coliform* air hujan di RS Bethesda Yogyakarta.

Rata-rata penurunan kadar kekeruhan pada kelompok eksperimen setelah dilakukan pengolahan, lebih besar dibandingkan dengan penurunan yang terjadi pada kelompok kontrol.

Air hujan, secara kualitas, banyak dipengaruhi oleh keadaan lingkungannya. Air hujan dalam keadaan murni sangat bersih, tetapi sering terjadi pengotoran di udara karena industri, debu dan sumber pencemar lainnya⁵⁾.

Kekeruhan yang ada dalam air hujan terjadi pada saat proses penangkapan air hujan tersebut. Proses penangkapan air hujan dengan memanfaatkan atap sebagai areal tangkapan air hujan, mengakibatkan masuknya polutan ke dalam air. Air hujan yang ditampung dari atap rumah membawa partikel-partikel yang melekat pada atap rumah, talang air, dan debu yang berada di udara, serta selanjutnya akan terikat bersama butiran air hujan yang jatuh. Talang air sebagai saluran air hujan yang terbuat dari seng apabila kondisinya berkarat/korosif juga akan menambah nilai kekeruhan air hujan yang terkumpul.

Adapun kekeruhan air hujan di RS Bethesda dapat disebabkan karena adanya debu di udara yang menempel pada atap bangunan dan terikut saat hujan berlangsung. Debu tersebut berasal dari aktivitas internal RS Bethesda, seperti pembakaran sampah medis melalui insinerator, beroperasionalnya *boiler*, serta kegiatan di *laundry* yang menghasilkan debu dari mesin pengering.

Selain itu, letak RS Bethesda yang berada di tengah-tengah kota dan posisinya berada di pinggir salah satu jalan besar atau jalan utama kota Yogyakarta, juga membuat kadar debu di udara menjadi tinggi dan akan menempel pada atap bangunan yang digunakan sebagai *collector* air hujan.

Proses penghilangan kadar kekeruhan yang dilakukan melalui rangkaian *FM2FV* adalah melalui penyaringan partikel secara fisika, kimiawi, dan biologis untuk memisahkan atau menyaring par-

tikel-partikel yang tidak terendapkan saat disedimentasikan, melalui media berpori. Pasir sebagai media penyaring, melalui pori-pori dan celah yang dimiliki, menyerap dan menahan partikel dalam air, menyaring kotoran dan air, memisahkan sisa-sisa flok serta memisahkan partikel besi yang terbentuk sesudah kontak dengan udara. Selama penyaringan, koloid atau zat tersuspensi dalam air akan ditahan dalam media *porous* tersebut sehingga kualitas air selanjutnya menjadi meningkat⁶⁾.

Dalam proses filtrasi khususnya dengan menggunakan saringan pasir lambat, pada bagian atas lapisan pasir halus akan terbentuk lapisan *biofilm* yang disebut sebagai lapisan *hypogeal* atau *schmutsdecke* atau lapisan lendir. Lapisan ini mengandung bakteri, fungi, protozoa, rotifera dan larva serangga air. Yang akan memusnahkan bakteri patogen yang tertahan pada saringan pasir lambat tersebut⁷⁾.

Adapun proses yang terjadi di dalam penyaringan menggunakan karbon aktif adalah proses *adsorpsi*, yaitu proses penyerapan zat-zat yang akan dihilangkan oleh permukaan arang aktif. Karbon aktif berfungsi menghilangkan polutan mikro misalnya zat organik, deterjen, bau, senyawa phenol serta untuk menyerap logam berat dan lain-lain⁸⁾.

Penurunan kadar kekeruhan dalam proses filtrasi dipengaruhi di antaranya oleh ketebalan media saring yang digunakan, ukuran butiran saringan, lamanya pemakaian untuk saringan, kecepatan aliran debit dan debit air, serta kecepatan saringan pasir⁶⁾. Ukuran media saring mempengaruhi daya absorpsi terhadap air, di mana semakin kecil ukuran pasir maka struktur agregat atau kelompok mineral juga akan semakin rapat sehingga hasil saring akan semakin baik sampai pada batas tertentu⁸⁾.

Lamanya pemakaian saringan juga berpengaruh terhadap hasil penyaringan. Semakin lama saringan pasir digunakan, maka akan semakin baik karena pembentukan lapisan *biofilm* membutuhkan waktu kurang lebih tiga bulan dengan operasi penyaringan secara terus menerus. Demikian pula ketebalan me-

dia saring juga mempengaruhi kualitas air hasil penyaringan. Ketebalan media saring yang bisa digunakan adalah antara 60 cm sampai dengan 100 cm⁹⁾.

Coliform sebagai suatu kelompok bakteri dicirikan sebagai bakteri berbentuk batang, gram negatif, tidak membentuk spora, aerobik dan anaerobik fakultatif yang memfermentasi laktosa dengan menghasilkan asam dan gas dalam waktu 48 jam pada suhu 35 °C. Adanya bakteri *coliform* di dalam makanan/minuman menunjukkan adanya mikroba yang bersifat enteropatogenik dan atau toksigenik yang berbahaya bagi kesehatan. Bakteri *coliform* ini dapat dibedakan menjadi dua kelompok yaitu *coliform* fekal misalnya *Escherichia coli* yang berasal dari kotoran hewan atau manusia, dan *coliform* non-fekal misalnya *Enterobacter aerogenes*, yang biasanya ditemukan pada hewan atau tanam-tanaman yang telah mati¹⁰⁾.

Bakteri *coliform* merupakan indikator bakteri pertama yang digunakan untuk menentukan aman tidaknya air untuk dikonsumsi. Selain itu bakteri *coliform* juga merupakan bakteri indikator keberadaan bakteri patogenik lain¹¹⁾. Bakteri ini sangat cepat berkembang biak pada media yang memungkinkan untuk berkembang biak, terutama air.

Dalam penelitian ini, jumlah *coliform* sebelum dilakukan pengolahan sangat fluktuatif dan berada di atas baku mutu yang disyaratkan yaitu 50 MPN/100 ml. Rata-rata *coliform* pada kelompok perlakuan sebesar 874,60 MPN/100 ml dan pada kelompok kontrol sebesar 736,38 MPN/100 ml. Keberadaan bakteri *coliform* dalam tampungan air hujan dapat terjadi karena bak penampungan diletakkan di dalam ruang terbuka, dan tidak tertutup. Hal ini menyebabkan kotoran burung atau binatang lain dan juga dedaunan dapat jatuh masuk ke bak penampungan tersebut karena lokasinya yang berada dekat dengan taman maupun tanaman. Daun yang membusuk tersebut dapat memicu berkembangnya bakteri *coliform*.

Salah satu upaya untuk meniadakan keberadaan bakteri dalam air adalah dengan melakukan upaya disinfeksi, yang

salah satunya adalah dengan penyinaran menggunakan sinar ultra violet. Ultra violet merupakan suatu bagian dari spektrum elektromagnetik dan tidak membutuhkan medium untuk merambat. Ultra violet mempunyai rentang panjang gelombang antara 100–400 nm yang berada di antara spektrum sinar X dan cahaya tampak¹²⁾.

Secara umum, sinar ultra violet dapat diperoleh baik secara alamiah maupun buatan. Sumber ultra violet buatan umumnya berasal dari lampu *fluorescent* khusus, seperti lampu merkuri bertekanan rendah atau *low pressure* dan lampu merkuri bertekanan sedang atau *medium pressure*. Lampu merkuri *medium pressure* mampu menghasilkan *output* radiasi ultra violet yang lebih besar dibandingkan dengan lampu merkuri *low pressure*. Lampu merkuri *low pressure* menghasilkan radiasi maksimal pada panjang gelombang 253,7 nm yang bersifat *lethal* bagi mikroorganisme, protozoa, virus dan alga, dengan menghasilkan 85 % *output* cahaya monokrom.

Radiasi *ultra violet* merupakan suatu sumber energi yang mempunyai kemampuan untuk melakukan penetrasi ke dinding sel mikroorganisme dan mengubah komposisi asam nukleatnya. Absorpsi ultra violet oleh DNA (atau RNA pada beberapa virus) dapat menyebabkan mikroorganisme tersebut tidak mampu melakukan replikasi akibat pembentukan ikatan rangkap dua pada molekul-molekul pirimidin. Selanjutnya, sel yang tidak mampu melakukan replikasi akan kehilangan sifat patogenitasnya. Radiasi ultra violet yang diabsorpsi oleh protein pada membran sel akan menyebabkan kerusakan membran sel dan kematian sel¹²⁾.

Secara keseluruhan, jumlah *coliform* pada kelompok eksperimen mengalami penurunan, meskipun didapati juga data yang mengalami kenaikan atau sama dengan kondisi awalnya. Penyebab tepatnya atau meningkatnya jumlah *coliform* tersebut belum dapat diketahui secara pasti, sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah *coliform* pada air hujan yang tersimpan. Hal ini dilakukan

dengan tujuan agar proses pengolahan selanjutnya dapat berjalan dengan baik.

KESIMPULAN

Rangkaian *FM2FV* berpengaruh secara bermakna dalam menurunkan kadar kekeruhan dan *coliform*, dan rangkaian *FM2FV* tersebut lebih baik diterapkan untuk mendapatkan penurunan kadar kekeruhan dan *coliform* air hujan di RS Bethesda Yogyakarta. Prosentase penurunan kadar kekeruhan yang terjadi pada kelompok perlakuan adalah sebesar 69,17 % dan penurunan *coliform* sebesar 95,11 %.

SARAN

RS Bethesda Yogyakarta disarankan untuk dapat memanfaatkan sumber daya air hujan yang ada dengan terlebih dahulu melakukan pemanenan air hujan tersebut, sehingga *run-off* pada saat hujan lebat dapat dicegah, sehingga efisiensi pemakaian air tanah dapat dicapai. Proses pengolahan dengan rangkaian *FM2FV* yang dilakukan dalam penelitian ini dapat menjadikan air hujan sebagai sumber air baku bagi unit *Laundry* selama musim hujan berlangsung.

Dalam penerapannya, model pengolahan air hujan dengan *FM2FV* dapat dibuat dengan kriteria desain bak pengolahan terbuat dari beton semen cor, dengan dimensi bak panjang 5,2 meter, lebar 2,6 meter, dan kedalaman 2 meter. Media saring pasir kuarsa dan karbon aktif masing-masing diatur dengan ketebalan 60 cm, dengan kecepatan penyaringan sebesar 0,4 m/jam, dan debit aliran sebesar 2,7 m³/jam. Desain tersebut digunakan untuk kapasitas tempat tidur sebanyak 333, dan volume air hujan yang diharapkan tersedia adalah sebanyak 66,6 m³/hari.

Untuk penelitian lanjutan tentang penyaringan air hujan ini, perlu kiranya diketahui ketebalan media saring yang efektif sehingga diperoleh penurunan kadar kekeruhan yang maksimal, dan juga dapat dilakukan penelitian untuk mengetahui jenis media filter yang paling efektif dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ditjen Pelayanan Medik Depkes RI, 2004, *Pedoman Manajemen Linen di Rumah Sakit*, Depkes RI, Jakarta.
2. Sujatno, P., 2011, *Rencana Strategi*, disampaikan dalam acara Sosialisasi Renstra RS Bethesda, Yogyakarta.
3. Setiawan, D. P., 2008, *Studi Kualitas dan Pengolahan Air pada Penampungan Air Hujan (PAH) di desa Tanjung Sari, Gunungkidul menggunakan Filter Karbon Aktif dan UV*, Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan UII, Yogyakarta.
4. Mariana, C. M., dkk., *Perancangan Sistem Pengolahan Air Hujan dengan Menggunakan Teknologi Membran dan Lampu Ultraviolet serta Penerapannya dalam Kehidupan Sehari-hari*, Departemen Fisika, Institut Pertanian Bogor (diunduh tanggal 14 Oktober 2012, dari <http://directory.umm.ac.id>)
5. Krisnawati, N., 2009, *Pengolahan Sistem Spray Aerator dan Filtrasi terhadap Kadar Fe, Kekeruhan dalam Air Sumur Gali di Dusun Jaranan, Sewon, Bantul*, Karya Tulis Ilmiah, Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.
6. Satoto, Y., Fety, K., 2011, *Teknik Praktis Mengolah Air Kotor Menjadi Air Bersih Hingga Layak Minum*, Niaga Swadaya, Jakarta.
7. Widayat, W., 2007. Teknologi Pengolahan Air Minum dari Air Baku yang Mengandung Kesadahan Tinggi, Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT, *JAI* Vol. 4, No. 1, 2007, (diunduh dari <http://ejurnal.bppt.go.id/ejurnal/index.php/JAI/article/download/266/266>)
8. Kusnaedi, 2006, *Mengolah air Gambut dan Air Kotor*, Cetakan XV, Penerbit Swadaya, Jakarta.
9. SNI, *Unit Filtrasi*, (diunduh tanggal 17 Maret 2012, dari <http://www.pu.go.id/satminkal/balitbang/sni/isisni/SNI%203981-2008.pdf>)
10. Lubis, J., *Air Layak Minum*, (diunduh tanggal 9 Januari 2013, dari <http://biologicianisme.blogspot.com/2012/08/air-layak-minum.html>)
11. Khairunnisa, 2010, *Pengaruh Variasi Waktu Penyinaran Sinar UV terhadap MPN Coliform pada Air Minum Depot Isi Ulang 'X' di Ambarketawang Kabupaten Sleman*, Karya Tulis Ilmiah, Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.
12. Cahyonugroho, O. H., *Pengaruh Intensitas Sinar Ultraviolet dan Pengadukan terhadap Reduksi Jumlah Bakteri E. Coli*, Progdik Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UPN "Veteran", Jatim, (diunduh tanggal 13 April 2012, dari <http://ejurnal.bppt.go.id/ejurnal/index.php/JAI/article/download/266/266>).