

Pengaruh Ukuran Efektif Pasir Dalam *Biosand Filter* Untuk Pengolahan Air Gambut

Yohanna Lilis Handayani, Lita Darmayanti, Frengki Ashari A

Program Studi Teknik Sipil S1, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru Pekanbaru 28293

Abstrak

Ciri air gambut yang ada di Pekanbaru berwarna merah kecoklatan hingga kehitaman (527-1320 PtCo), memiliki kadar organik yang tinggi (172-632 mg/l KMnO_4), kekeruhan yang tinggi (42-83,5 NTU), dan bersifat sangat asam (pH 3-3,3). Kondisi ini membuat air gambut harus diolah terlebih dahulu sebelum dapat dikonsumsi. Salah satu alternatif pengolahan air gambut dengan konsep sederhana dan alami adalah *biosand filter*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi ukuran efektif butir pasir dalam *biosand filter*. Sumber air yang digunakan berasal dari lingkungan rumah penduduk yang berada di atas tanah gambut di sekitar Kota Pekanbaru tepatnya di daerah Rimbo Panjang. Dalam penelitian ini digunakan reaktor *biosand filter* dari akrilik dengan ukuran 30 x 30 x 130 cm. Ketebalan pasir 75 cm dan effective size >0,35 mm dan 0,15-0,35 mm. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *biosand filter* dengan variasi ketebalan 75 cm dan effective size 0,15-0,35 mm memiliki efisiensi tertinggi dalam menurunkan kadar warna air gambut yaitu sebesar 98,89 %, menaikkan nilai pH sebesar 63,64 %, menurunkan kadar kekeruhan sebesar 78,65 %, serta menurunkan kadar organik sebesar 90,27 %. Secara umum, air gambut hasil olahan *biosand filter* sudah mampu memperbaiki kualitas air gambut walaupun belum sesuai dengan syarat dari Permenkes.

Kata kunci : air gambut, biosand filter, effective size, pasir kuarsa

1 Pendahuluan

Karakteristik air gambut relatif kurang menguntungkan untuk penyediaan air minum. Kadar keasaman (pH) yang rendah dapat menyebabkan kerusakan gigi dan menimbulkan sakit perut, kandungan organik yang tinggi dapat menjadi sumber makanan bagi mikroorganisme dalam air, sehingga dapat menimbulkan bau apabila bahan organik tersebut terurai secara biologi.

Biosand filter merupakan salah satu pengembangan dari *slow sand filter*. Selama proses penyaringan, air yang diolah akan dilewatkan pada media filter dengan kecepatan aliran yang rendah. *Biosand filter* telah banyak dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan air bersih dan sehat pada negara-negara berkembang, seperti : Nepal,

Guatemala, Honduras, Nikaragua, Mozambique, Kenya, Kamboja, Vietnam dan lain-lain (www.cawst.org).

Pada beberapa contoh, manfaat penerapan dari teknologi *biosand filter* mampu menghilangkan bakteri virus tipus sebesar 99,99%, menurunkan hingga 83% - 99,6% bakteri *Eschericia Coli*, menurunkan kandungan besi dan arsen dengan rata-rata efisiensi penurunan 93%, dan menurunkan kekeruhan dan jumlah padatan dalam air hingga 75% (www.cawst.org). Keuntungan teknologi ini selain murah, membutuhkan sedikit pemeliharaan, dan bisa beroperasi secara gravitasi.

Penelitian mengenai *biosand filter* sudah banyak dilakukan. Beberapa diantaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh Sari (2010) yaitu tentang studi kinerja *biosand filter* untuk pengolahan air minum terhadap parameter kekeruhan dan besi, media filter yang digunakan adalah pasir berdiameter 0,25 mm dengan variasi ketebalan 40 cm dan 50 cm serta karbon aktif. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ketebalan 50 cm memberikan hasil terbaik yaitu menurunkan kekeruhan 90 % dan besi 92,45 %. Demikian juga Nugroho (2008) yang meneliti limbah cair *menggunakan biosand filter* dengan penambahan media karbon aktif terhadap parameter phosphat. Dalam penelitian ini dilakukan variasi ketebalan dan ukuran butir media pasir, yaitu 1) pasir halus 40 cm, pasir kasar 15 cm, dan kerikil 15 cm, 2) pasir kuarsa 30 cm, pasir kasar 25 cm, dan kerikil 15 cm. Pasir halus memiliki diameter 0,25 mm, sedangkan pasir kasar 0,85 mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi 2 memberikan hasil terbaik yaitu menurunkan total phosphat sebesar 53,23 %.

Dari kenyataan di atas, maka dirasa perlu untuk mengetahui berapakah ukuran butiran media pasir yang efektif dalam mengolah air gambut menjadi air bersih serta diharapkan dari hasil penelitian ini mampu membantu menyelesaikan permasalahan air bersih, khususnya bagi masyarakat yang berdomisili di daerah gambut.

2 Metodologi

2.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Hidroteknik dan Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau.

2.2 Bahan Penelitian

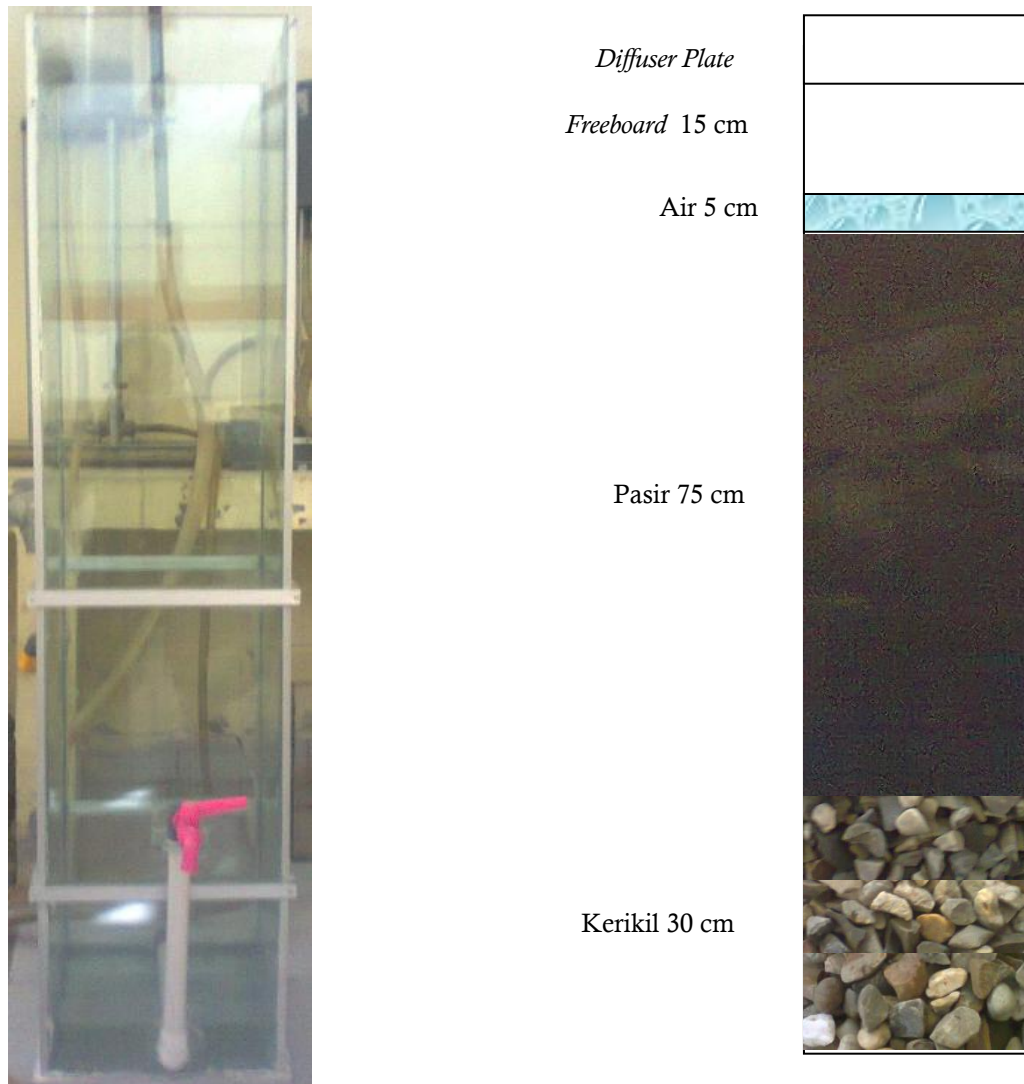
Bahan penelitian yang digunakan adalah pasir, kerikil dan air gambut. Pasir yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir kuarsa. Ada dua variasi pasir yang digunakan yaitu pasir dengan *effective size* : 0,15-0,35 mm dan *uniformity coefficient* (UC) : 2-3 dan pasir dengan *effective size* : 0,35 mm dan *uniformity coefficient* (UC) : 2-3. Pasir kuarsa ini berasal dari pesisir barat Pulau Jawa.

Kerikil yang digunakan dalam penelitian ini adalah kerikil sungai. Kerikil setebal minimal 30 cm yang terdiri atas 3 lapisan, setiap lapisan memiliki ketebalan 10 cm. Lapisan pertama memiliki *effective size* : 5,0 – 12,0 mm, lapisan kedua memiliki *effective size* : 12 – 20 mm, dan lapisan ketiga memiliki *effective size* : 20 – 28 mm. Air

yang digunakan adalah air gambut yang berasal dari lingkungan rumah penduduk yang berada di atas tanah gambut di sekitar Kota Pekanbaru. Sumber airnya adalah air gambut di daerah Rimbo Panjang.

2.3 Alat Penelitian

Alat utama dalam penelitian ini adalah *biosand filter*. *Biosand filter* sebanyak 1 unit yang berbentuk prisma tegak dengan alas bujursangkar dengan ukuran panjang 30 cm, lebar 30 cm dan tinggi 130 cm. *Biosand filter* dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.

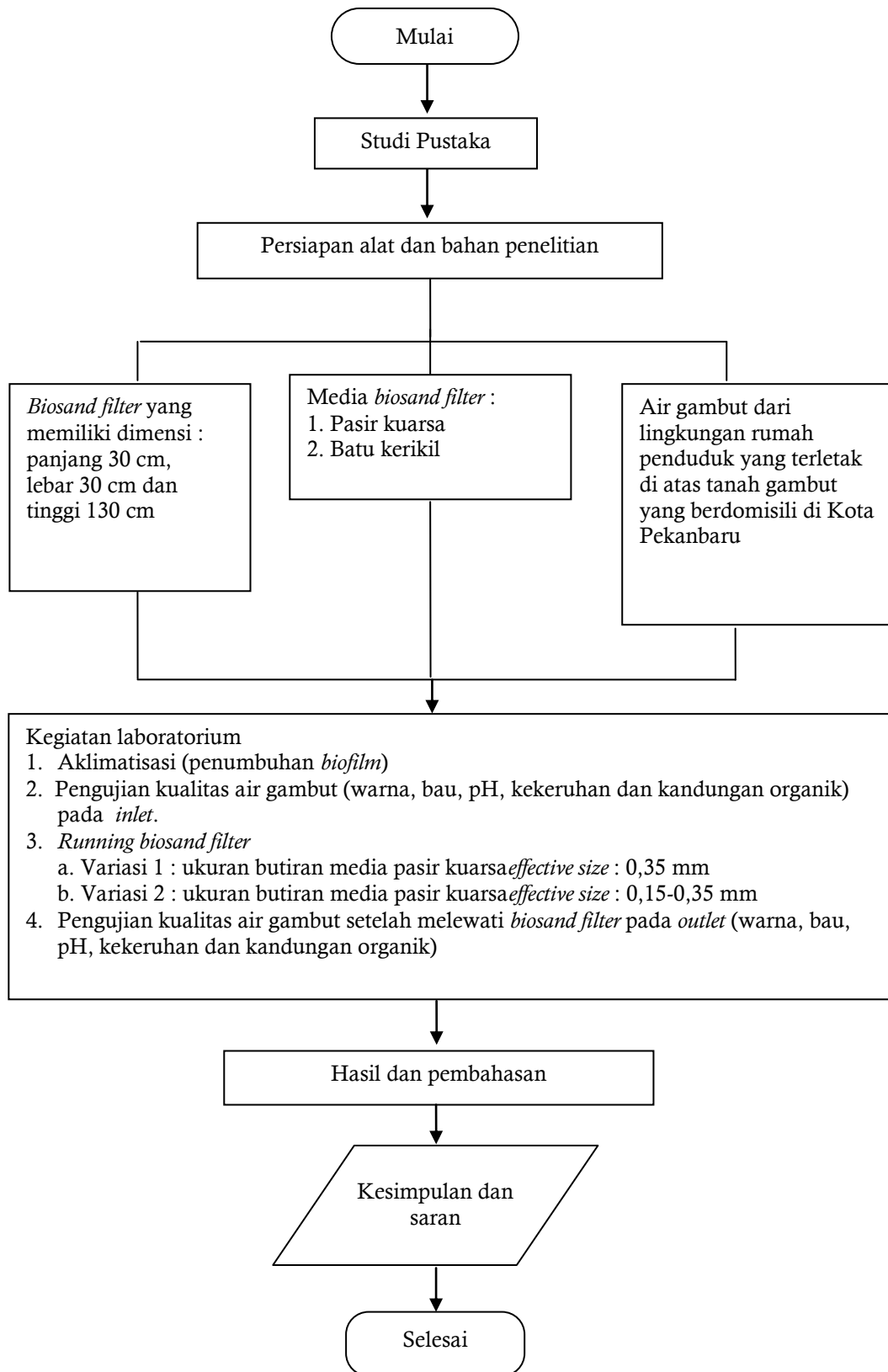


Gambar 1. Reaktor *biosand filter*

2.4 Prosedur Penelitian

Ada dua variasi pasir yang digunakan yaitu pasir dengan *effective size* : 0,35 mm dan *uniformity coefficient* (UC) : 2-3 (variasi 1) dan pasir dengan *effective size* : 0,15-0,35 mm dan *uniformity coefficient* (UC) : 2-3 (variasi 2).

Tahapan penelitian dilakukan sebagai berikut di bawah ini



Gambar 2. Bagan Alir Pelaksanaan Penelitian

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisa pH

Variasi 1 yaitu ketebalan pasir kuarsa 75 cm dan *effective size* > 0,35 mm. Variasi 2 yaitu ketebalan pasir kuarsa 75 cm dan *effective size* 0,15-0,35 mm. Gambaran mengenai analisa pH pada masa aklimatisasi, serta persentase peningkatan pH air gambut setelah melalui rangkaian *biosand filter* dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Nilai pH pada masa aklimatisasi variasi 1 dan variasi 2

Hari ke	Variasi 1			Variasi 2		
	pH meter		Peningkatan (%)	pH meter		Peningkatan (%)
	Inlet	outlet		inlet	outlet	
1	4,20	5,10	21,43	4,40	5,90	34,09
2	4,20	5,20	23,81	4,30	6,00	39,53
3	4,30	5,40	25,58	4,30	5,80	34,88
4	4,40	5,30	20,45	4,40	5,70	29,55
5	4,30	5,20	20,93	4,20	6,00	42,86
6	4,20	5,60	33,33	4,30	5,60	30,23
7	4,30	5,60	30,23	4,30	5,70	32,56

Berdasarkan tabel di atas tampak bahwa adanya peningkatan pH air gambut pada masa aklimatisasi. Nilai pH pada inlet berkisar pada nilai 4,20-4,40 untuk variasi 1 dan 4,2-4,4 untuk variasi 2. Setelah melewati rangkaian reaktor *biosand filter*, pH air gambut mengalami peningkatan hingga mencapai nilai maksimum sebesar 6,00 untuk variasi 2. Hal ini menunjukkan bahwa belum sempurnanya pembentukan lapisan *biofilm* pada *biosand filter*.

Setelah melalui masa aklimatisasi, maka dilanjutkan dengan masa *running*. Peningkatan nilai pH pada masa *running* ini dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. Nilai pH pada masa *running* variasi 1 dan variasi 2

Hari ke	Variasi 1			Variasi 2		
	pH meter		Peningkatan (%)	pH meter		Peningkatan (%)
	Inlet	outlet		inlet	outlet	
1	3,20	4,30	34,38	3,20	5,20	62,50
2	3,20	4,50	40,63	3,30	5,20	57,58
3	3,30	4,70	42,42	3,30	5,40	63,64
4	3,20	4,70	46,88	3,20	5,20	62,50
5	3,20	4,50	40,63	3,20	5,10	59,38
6	3,20	4,50	40,63	3,30	5,10	54,55
7	3,30	4,70	42,42	3,30	5,30	60,61

Berdasarkan Tabel 2 pada variasi 1 tampak bahwa adanya peningkatan pH air gambut pada masa *running*. Nilai pH pada inlet berkisar pada nilai 3,20-3,30. Setelah melewati rangkaian reaktor *biosand filter*, pH air gambut mengalami peningkatan hingga mencapai nilai maksimum sebesar 4,7. Persentase peningkatan nilai pH terletak pada rentang 34,38 % hingga 46,88 %. Efisiensi tertinggi yang dicapai sebesar 46,88 % dengan peningkatan nilai pH sebesar 1,5 pada hari ke 4. Pada variasi 2 terjadi peningkatan pH air gambut Nilai pH pada inlet berkisar pada nilai 3,20-3,30. Setelah melewati rangkaian reaktor *biosand filter*, pH air gambut mengalami peningkatan hingga mencapai nilai maksimum sebesar 5,40. Persentase peningkatan nilai pH terletak pada rentang 54,55 % hingga 63,64 %. Efisiensi tertinggi yang dicapai sebesar 63,64 % dengan peningkatan nilai pH sebesar 2,2 pada hari ke 3. Namun nilai efisiensi ini belum mampu meningkatkan nilai pH air gambut hingga mencapai pH netral yang disyaratkan. Rendahnya pH air gambut menjadi salah satu penyebab belum maksimalnya *biosand filter* dalam menaikkan nilai pH.

3.2 Analisa Kekeruhan

Analisa kekeruhan pada masa aklimatisasi dan masa *running* variasi 1 dan variasi 2 dalam penelitian ini dan persen penurunan kekeruhan air gambut setelah melewati *biosand filter* dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3. Kadar kekeruhan pada masa aklimatisasi variasi 1 dan variasi 2

Hari ke	Variasi 1			Variasi 2		
	Kekeruhan (NTU)		Penurunan (%)	Kekeruhan (NTU)		Penurunan (%)
	inlet	outlet		inlet	outlet	
1	1,10	0,94	14,55	1,34	0,70	47,76
2	1,55	1,44	7,10	1,43	0,76	46,85
3	1,48	1,02	31,08	1,40	0,58	58,57
4	1,65	1,04	36,97	1,30	0,59	54,62
5	1,96	1,37	30,10	1,38	0,60	56,52
6	1,43	1,05	26,57	1,39	0,53	61,87
7	1,35	0,93	31,11	1,42	0,47	66,90

Berdasarkan tabel di atas terlihat jelas bahwa kadar kekeruhan air pada saat masa aklimatisasi berkisar pada nilai 1,10-1,96 NTU untuk variasi 1 dan 1,30-1,43 NTU untuk variasi 2. Setelah melewati rangkaian reaktor *biosand filter*, kekeruhan mengalami penurunan. Persentase penurunan kadar kekeruhan terletak pada rentang 7,10 % hingga 36,97 % variasi 1 dan variasi 2 sebesar 47,76 % hingga 66,90 %. Efisiensi tertinggi yang dicapai sebesar 66,90 % dengan penurunan kadar kekeruhan sebesar 0,95 pada hari ke 7 variasi. Penurunan kadar kekeruhan ini menunjukkan bahwa masa aklimatisasi mampu meningkatkan kemampuan *biosand filter* itu sendiri untuk menurunkan kadar kekeruhan.

Setelah melalui masa aklimatisasi, maka dilanjutkan dengan masa *running*. Perubahan kadar kekeruhan pada masa *running* ini dapat dilihat pada Tabel 4 berikut

Tabel 4. Kadar kekeruhan pada masa *running* variasi 1 dan variasi 2

Hari ke	Variasi 1			Variasi 2		
	Kekeruhan (NTU)		Penurunan (%)	Kekeruhan (NTU)		Penurunan (%)
	inlet	outlet		inlet	Outlet	
1	48,60	18,90	61,11	44,70	12,30	72,48
2	47,60	20,40	57,14	45,60	11,50	74,78
3	48,40	22,60	53,31	44,50	9,50	78,65
4	47,80	25,70	46,23	45,00	13,60	69,78
5	38,40	24,60	35,94	38,70	15,60	59,69
6	37,90	25,60	32,45	38,20	18,50	51,57
7	38,30	26,70	30,29	38,40	19,10	50,26

Berdasarkan tabel di atas terlihat jelas bahwa kadar kekeruhan air gambut pada saat masa *running*. Kadar kekeruhan pada inlet berkisar pada nilai 38,30-48,60 NTU untuk variasi 1 dan berkisar pada nilai 38,20-45,60 NTU untuk variasi 2. Setelah melewati rangkaian reaktor *biosand filter*, kekeruhan mengalami pengurangan hingga mencapai nilai maksimum sebesar 18,90 variasi 1 dan 9,50 variasi 2. Efisiensi penurunan variasi 1 berkisar antara 30,29 % hingga 61,11 % dan variasi 2 berkisar antara 50,26 % hingga 78,65 %. Efisiensi ini belum mampu menurunkan kadar kekeruhan air gambut hingga mencapai standar air minum, hal ini dikarenakan kekeruhan air gambut yang tinggi. Dari tabel juga terlihat bahwa terjadi penurunan efisiensi, hal ini disebabkan oleh berkurangnya kemampuan *biosand filter* karena dialiri air gambut secara terus-menerus.

3.3 Analisa warna

Analisa warna pada masa *running* variasi 1 dan variasi 2 dalam penelitian ini dan persen penurunan kadar warna air gambut setelah melewati *biosand filter* dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 5. Kadar warna pada masa *running* variasi 1 dan variasi 2

Hari ke	Variasi 1			Variasi 2		
	Warna (PtCo)		Penurunan (%)	Warna (PtCo)		Penurunan (%)
	inlet	outlet		inlet	Outlet	
1	1728	143	91,72	990	11	98,89
2	1728	165	90,45	990	17	98,28
3	1728	423	75,52	990	18	98,18
4	1728	391	77,37	990	20	97,98
5	2947	450	84,73	1004	20	98,01
6	2947	482	83,64	1004	34	96,61
7	2947	540	81,68	1004	47	95,32

Berdasarkan tabel di atas terlihat bahwa kadar warna pada inlet variasi 1 berkisar pada nilai 1.728-2.947 PtCo dan variasi 2 berkisar antara 143-540 PtCo. Setelah

melewati rangkaian reaktor *biosand filter*, kadar warna air gambut mengalami penurunan maksimum 91% untuk variasi 1 dan maksimum 98,89 % untuk variasi 2. Berdasarkan tabel di atas terlihat bahwa kadar warna outlet variasi 1 belum mampu memenuhi kriteria kesehatan yang disyaratkan, hal ini disebabkan oleh tingginya kadar warna sampel air gambut yang dimasukkan ke dalam reaktor *biosand filter*. Hal berbeda ditemui pada kadar warna outlet variasi 2 dimana terlihat dengan jelas bahwa kadar warna pada masa *running* berkisar antara 11-47 PtCo. Kadar warna ini telah mampu memenuhi kriteria kesehatan yang disyaratkan yaitu 11 PtCo.

Dari tabel juga terlihat bahwa terjadi penurunan efisiensi baik untuk variasi 1 dan variasi 2, hal ini disebabkan oleh berkurangnya kemampuan *biosand filter* karena dialiri air gambut secara terus-menerus.

3.4 Analisa zat organik

Analisa zat organik pada masa *running* variasi 1 dan variasi 2 dalam penelitian ini dan persen penurunan kadar zat organik air gambut setelah melewati *biosand filter* dapat dilihat pada Tabel di bawah ini.

Tabel 6. Kadar zat organik pada masa *running* variasi C

Hari ke	Variasi 1			Variasi 2		
	Zat Organik (mg/l)		Penurunan (%)	Zat Organik (mg/l)		Penurunan (%)
	inlet	outlet		inlet	outlet	
1	631,8	44,24	93,00	524	51,0	90,27
2	631,8	91,64	85,50	524	52,0	90,08
3	631,8	113,80	81,99	524	54,0	89,69
4	631,8	134,30	78,74	524	60,0	88,55
5	461,4	183,30	60,27	485	73,0	84,95
6	461,4	199,10	56,85	485	75,0	84,54
7	461,4	281,20	39,06	485	52,0	89,28

Berdasarkan tabel di atas terlihat bahwa kadar zat organik pada inlet variasi 1 berkisar pada nilai 461,4-631,8 mg/l dan variasi 2 berkisar pada nilai 485,00-524,00 mg/l. Setelah melewati rangkaian reaktor *biosand filter*, kadar zat organik air gambut mengalami penurunan hingga mencapai nilai maksimum sebesar 44,24 mg/l untuk variasi 1 dan sebesar 51 untuk variasi 2.

Kadar zat organik ini variasi 1 dan variasi 2 belum mampu memenuhi kriteria kesehatan yang disyaratkan, hal ini disebabkan oleh tingginya kadar zat organik sampel air gambut yang dimasukkan ke dalam reaktor *biosand filter*.

Dari tabel juga terlihat bahwa, terjadi penurunan efisiensi, hal ini disebabkan oleh berkurangnya kemampuan *biosand filter* karena dialiri air gambut secara terus-menerus.

3.5 Perbandingan dengan Permenkes nomor 492 tahun 2010

Hasil penelitian ini dibandingkan dengan persyaratan kualitas air dari Permenkes Nomor 492 Tahun 2010. Perbandingan kualitas air gambut hasil pengolahan terbaik menggunakan *biosand filter* dengan syarat kualitas air dari Permenkes Nomor 492 Tahun 2010 dapat dilihat pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Perbandingan kualitas air gambut hasil penelitian dengan Permenkes Nomor 492 Tahun 2010

Parameter	Satuan	Variasi 1		Variasi 2		Permenkes
		Inlet	Outlet	Inlet	Outlet	
Warna	PtCo	1728	143	990	11	15
pH	-	3,2	4,7	3,3	5,4	6,5-8,5
Kekeruhan	NTU	48,6	18,9	44,5	9,5	5
Zat Organik	Mg/l	631,8	44,24	524	51	10

Keterangan: hasil di atas menunjukkan hasil terbaik dari outlet *biosand filter*

Berdasarkan tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa parameter warna mendekati persyaratan kualitas Permenkes. Kadar warna terbaik pada outlet mencapai nilai 11 PtCo, namun nilai itu dicapai pada saat kadar air pada inlet tidak terlalu tinggi. Untuk parameter pH, nilai pH optimal yang mampu dicapai setelah melalui *biosand filter* adalah 5,4, nilai ini belum memenuhi persyaratan kualitas air. Kesulitan dalam menetralkan pH ini untuk mencapai nilai 6,5-8,5 disebabkan oleh proses yang digunakan dalam penelitian tidak melibatkan proses koagulasi berupa penambahan kapur atau tawas untuk menetralkan pH. Selain karena tidak memakai kapur atau tawas, ketidakmampuan *biosand filter* menaikkan nilai pH hingga mencapai nilai yang disyaratkan juga disebabkan oleh sangat rendahnya pH air gambut pada inlet.

Pada kekeruhan, kekeruhan optimal yang mampu dicapai adalah 9,5 NTU. Nilai ini juga belum mampu mencapai nilai yang disyaratkan oleh Permenkes, ketidakmampuan ini disebabkan oleh tingginya kadar kekeruhan pada inlet *biosand filter*. Zat organik optimal yang mampu dicapai adalah 44,24 mg/l KMnO_4 yang juga belum mampu mencapai syarat Permenkes, hal ini disebabkan oleh tingginya kadar zat organik pada inlet *biosand filter*.

Variasi 2 yang menjadi variasi terbaik dalam penelitian ini, secara keseluruhan memang belum mampu memenuhi nilai yang disyaratkan oleh Permenkes. Hal ini terlihat jelas pada tabel di atas, yang memenuhi persyaratan hanya parameter warna. Untuk parameter kekeruhan, pH, dan zat organik belum memenuhi syarat. Sebenarnya secara keseluruhan *biosand filter* mampu memperbaiki seluruh kualitas air yang diuji. Ketidakmampuan *biosand filter* pada penelitian ini disebabkan oleh sangat buruknya kualitas air pada sumber. Nilai lebih yang dapat dikedepankan adalah *biosand filter* ini tidak menggunakan bahan-bahan kimia serta sangat ekonomis dan mudah dalam pembuatan dan perawatannya.

4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan terhadap *biosand filter* dengan variasi ukuran butiran media, maka dapat disimpulkan secara umum hal-hal penting dalam penelitian ini.

1. *Biosand filter* dengan ketebalan lapisan pasir kuarsa 75 cm dan *effective size* > 0,35 mm menghasilkan efisiensi optimal dalam menurunkan kadar warna air gambut sebesar 91,72 %, menaikkan nilai pH dengan efisiensi sebesar 46,88 %, menurunkan kadar kekeruhan air gambut dengan efisiensi sebesar 61,11 %, serta menurunkan kadar organik dengan efisiensi sebesar 93,00 %.
2. *Biosand filter* dengan ketebalan lapisan pasir kuarsa 75 cm dan *effective size* 0,15-0,35 mm menghasilkan efisiensi optimal dalam menurunkan kadar warna air gambut sebesar 98,89 %, menaikkan nilai pH dengan efisiensi sebesar 63,64 %, menurunkan kadar kekeruhan air gambut dengan efisiensi sebesar 78,65 %, serta menurunkan kadar organik dengan efisiensi sebesar 90,27 %.
3. Tingginya kadar warna, kekeruhan, dan zat organik yang dikandung air gambut, serta pH yang sangat asam menyebabkan hasil olahan *biosand filter* dalam penelitian ini belum memperoleh hasil yang optimal jika dibandingkan dengan syarat Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492 Tahun 2010, walaupun efisiensi yang dihasilkan oleh *biosand filter* sudah tinggi..
4. Diameter butir yang paling baik untuk digunakan adalah dengan *effective size* 0,15-0,35 mm.

5 Daftar Pustaka

- Nugroho, Y. A. 2008. Penurunan Kadar Phosphate (PO_4) pada Limbah Cair Laundry Menggunakan Reaktor Biosand Filter Diikuti dengan Reaktor Activated Carbon. Skripsi Sarjana, Universitas Islam Indonesia.
- Sari, N. M. 2010. Studi Kinerja Biosand Filter untuk Pengolahan Air Minum Ditinjau Terhadap Parameter Kekeruhan dan Besi. Skripsi Sarjana, Institut Teknologi Surabaya.