

PENGOLAHAN AIR GAMBUT DENGAN TEKNOLOGI BIOSAND FILTER DUAL MEDIA

Ratika Usman ¹⁾ Lita Darmayanti ²⁾ Manyuk Fauzi ²⁾
¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil ²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru 28293
E-mail : ratikausman@gmail.com, litlit98@yahoo.com,

Abstrak

Pemenuhan kebutuhan air bersih menjadi masalah yang sangat umum dan belum dapat diatasi terutama di daerah-daerah pedesaan dan terpencil. Air bersih yaitu air yang dipergunakan untuk keperluan sehari-hari dan kualitasnya memenuhi persyaratan kesehatan air bersih sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Tingginya kebutuhan masyarakat di daerah gambut akan air bersih membuat penelitian ini sangat penting dilakukan. Penggunaan media dan sistem pengolahan air yang sederhana diharapkan dapat mengatasi masalah kebutuhan air bersih bagi masyarakat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui susunan lapisan dan ketebalan efektif media filtrasi yang paling optimal. Metode pengolahan yang digunakan adalah biosand filter dengan dual media yaitu batu apung (pumice) dan pasir kuarsa. Parameter kualitas air yang diuji adalah pH, warna, kekeruhan, dan kandungan organik (KMnO₄). Uji statistik yang dipakai dalam penelitian ini adalah anova (analisis varian) dua arah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa susunan lapisan media filtrasi penyaringan yang paling efektif adalah susunan batu apung paling atas lalu pasir kuarsa di bawahnya, sedangkan ketebalan lapisan media filtrasi yang paling efektif untuk digunakan adalah dengan ketebalan batu apung 40 cm dan pasir kuarsa 20 cm. Biosand filter dual media menghasilkan efisiensi terbaik dalam menaikkan nilai pH sebesar 36,54%, menurunkan kadar kekeruhan air gambut sebesar 88,41%, menurunkan kadar warna air gambut sebesar 92,33%, serta menurunkan kadar organik sebesar 93,24%.

Kata kunci: air gambut, batu apung, biosand dual media, pasir

ABSTRACT

Clean water fulfillment become a common problem and yet to be solved especially for isolated countryside area. Clean water can be defined as daily needs water and its quality should fulfill the requirement of healthy water based on laws and can be drunk when it is cooked. High demand of clean water for peat area community made this research to be important. The utilization of simple water treatment system is expected to solve the problem of clean water for the community. Treatment method used in this research is biosand filter with dual media of pumice and quartz sand. Water quality parameter tested are pH, color, solution degree, and organic contain

($KMnO_4$). Statistical analysis used in this research is two ways varian analysis (Anova). The result of the research shows that the best arrangement of filtering media layers are pumice at the top and quartz sand underneath it and for the thickness of the filtering media, the best thickness to used is 40 cm of pumice thickness and 20 cm of quartz sand thickness. Dual media biosand filter can generate maximum efficiency in raising pH value of 36,54%, lowering peat water solution level of 88,41 %, lowering peat water color value of 92 ,33 % and also lowering organic content of 93,24 %.

Keywords : dual media biosand, peat water, pumice , sand.

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan yang sangat pokok bagi kehidupan manusia. Dalam kehidupan sehari-hari manusia selalu memerlukan air dengan kebutuhan yang berbeda-beda di setiap tempat maupun lingkungannya. Pemenuhan kebutuhan air bersih sudah menjadi masalah yang sangat umum dan belum diatasi terutama di daerah-daerah pedesaan dan terpencil. Pemenuhan kebutuhan air bersih harus sesuai persyaratan kualitas air bersih yang distandarkan oleh Departemen Kesehatan RI melalui Permenkes No.416/Menkes/PER/IX/1990. Air bersih yaitu air yang dipergunakan untuk keperluan sehari-hari dan kualitasnya memenuhi persyaratan kesehatan air bersih sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku dan dapat diminum apabila dimasak.

Meskipun alam telah menyediakan air dalam jumlah yang cukup, tetapi pertambahan penduduk dan peningkatan aktivitas telah mengubah tatanan dan keseimbangan air di alam. Sebagian besar air yang tersedia tidak lagi layak dikonsumsi secara langsung dan memerlukan pengolahan supaya air dari alam layak dan sehat untuk dikonsumsi. Salah satu air yang tersedia di alam adalah air gambut. Di Kota Pekanbaru banyak ditemukan air gambut yang belum dimanfaatkan dan diolah menjadi air bersih yang layak untuk dikonsumsi.

Air gambut adalah air permukaan yang banyak terdapat di daerah rawa maupun dataran rendah yang mempunyai ciri-ciri yaitu berwarna coklat tua sampai kehitaman (124-850 PtCo), berkadar organik tinggi (138-1560 mg/lit $KMnO_4$), dan bersifat asam (pH 3,7-5,3) (Ashari, 2012). Air gambut secara umum tidak memenuhi persyaratan kualitas air bersih yang telah distandarkan. Air gambut bisa menjadi air bersih yang layak dikonsumsi apabila telah melalui pengolahan yang tepat. Pengolahan air gambut menjadi air bersih yang umum dilakukan masyarakat biasanya dengan metode flokulasi, koagulasi dan sedimentasi. Koagulasi adalah proses destabilisasi muatan partikel koloid, *suspended solid* halus dengan penambahan koagulan disertai dengan pengadukan cepat untuk mendispersikan bahan kimia secara merata.

AIR GAMBUT

Air gambut adalah air permukaan yang banyak terdapat di daerah rawa maupun dataran rendah, yang mempunyai ciri-ciri sebagai berikut (Kusnaedi, 2006).

- a. Nilai pH yang rendah.
- b. Intensitas warna yang tinggi (berwarna merah kecoklatan).
- c. Kandungan zat organik yang tinggi.
- d. Kandungan kation yang rendah.
- e. Kekeruhan dan kandungan partikel tersuspensi yang rendah.

Air gambut mengandung senyawa organik terlarut yang menyebabkan air menjadi berwarna dan bersifat asam. Senyawa organik tersebut adalah asam humus yang terdiri dari asam humat, asam sulvat, dan humin. Asam humus adalah senyawa organik dengan berat molekul tinggi dan berwarna coklat sampai kehitaman.

PARAMETER KUALITAS AIR GAMBUT

a. Nilai pH

Parameter pH dari air minum yang masih diizinkan oleh Permenkes RI No.416/Menkes/PER/IX/1990 tentang persyaratan kualitas air bersih adalah dalam rentang 6,5-9,0. Nilai pH digunakan untuk menyatakan tingkat keasamaan atau basa yang dimiliki oleh suatu zat, larutan atau benda. Nilai pH normal memiliki nilai 7 sementara bila nilai pH > 7 menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa sedangkan nilai pH < 7 menunjukkan sifat asam. Nilai pH 0 menunjukkan derajat keasamaan yang tinggi, dan pH 14 menunjukkan derajat kebasaan tertinggi. Umumnya indikator sederhana yang digunakan adalah kertas lakmus yang berubah menjadi merah bila keasamannya tinggi dan biru bila keasamannya rendah.

b. Warna

Warna adalah salah satu parameter fisik wajib yang ditetapkan oleh Permenkes RI No.416/Menkes/PER/IX/1990. Pada Kepmenkes RI No. 416 Tahun 1990 menyatakan bahwa batas maksimal warna air bersih maksimal 50 skala TCU. Dalam analisis warna, alat yang digunakan adalah spektrofotometer. Warna pada air gambut disebabkan karena adanya partikel koloid organik yang merupakan hasil dekomposisi dari tanaman.

c. Kekeruhan

Kekeruhan air dapat ditimbulkan oleh adanya bahan-bahan organik dan anorganik yang terkandung di dalam air seperti lumpur dan bahan-bahan yang berasal dari buangan. Bahan-bahan yang menyebabkan kekeruhan ini meliputi tanah liat, lumpur, bahan-bahan organik yang tersebar secara baik dan partikel-partikel kecil tersuspensi lainnya. Dari segi estetika, kekeruhan di dalam air dihubungkan dengan kemungkinan pencemaran oleh air buangan.

Kekeruhan sering diukur dengan menggunakan metode *Nephelometric*. Satuan kekeruhan yang diukur dengan menggunakan *Nephelometric* adalah NTU

(*Nephelometric Turbidity Unit*). Permenkes RI No.416/Menkes/ PER/IX/1990 menetapkan standar kualitas air bersih untuk kekeruhan yaitu 25 dalam satuan NTU.

d. Kandungan Organik $KMnO_4$

Zat organik adalah zat yang banyak mengandung unsur karbon. Contohnya antara lain *benzen*, *chloroform*, *detergen*, *methoxychlor*, dan *pentachlorophenol*. Dengan adanya kandungan zat organik di dalam air berarti air tersebut sudah tercemar, terkontaminasi rembesan dari limbah dan tidak aman sebagai sumber air bersih dan minum. Parameter ini memiliki batasan maksimal 10 mg/liter berdasarkan Permenkes RI No.416/Menkes/ PER/IX/1990 tentang persyaratan kualitas air.

BIOSAND FILTER DUAL MEDIA

Biosand filter dual media memiliki prinsip kerja yang sama dengan *biosand filter*, yang membedakannya hanya jenis media penyaringan yang digunakan. *Biosand filter* dual media menggunakan media filtrasi berupa pasir kuarsa dan batu apung (*pumice*), sedangkan *biosand filter* biasa hanya menggunakan satu media filtrasi berupa pasir.

Biosand filter dual media merupakan adaptasi dari saringan *slow sand* tradisional yang telah digunakan untuk proses penyaringan atau penjernihan air, dimana air yang akan diolah dilewatkan pada suatu media *porous* yang dipengaruhi oleh diameter butir pasir dan batu apung dengan kecepatan tertentu. Wadah filter dapat dibuat dari beton atau plastik dan diisi dengan lapisan butiran pasir kuarsa, batu apung dan kerikil yang telah ditentukan *effective size* dan disiapkan secara khusus.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan batu apung (*pumice*) dengan *effective size* (ES) : 0,8-1,55 mm , *uniformity coefficient* (UC) : 1,3-1,6, pasir kuarsa dengan *effective size* (ES) : 0,15-0,35 mm dan *uniformity coefficient* (UC) : 2-3, kerikil dengan *effective size* (ES) sebesar 5,0–12,0 mm, 12–20 mm, dan 20–28 mm.

Langkah-langkah kerja pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Membuat *biosand filter* dari bahan kaca setebal 0,8 cm sesuai dengan dimensi yang sudah direncanakan yaitu 30 cm x 30 cm x 130 cm.
- b. Mempersiapkan bahan-bahan dan media-media filtrasi, yaitu air gambut, batu apung, pasir kuarsa, dan kerikil.
- c. Media batu apung yang memiliki ukuran butiran besar ditumbuk terlebih dahulu kemudian disaring menggunakan saringan, sesuai dengan ukuran butir yang sudah direncanakan. Penyaringan dilakukan dengan cara manual untuk menentukan *effective size* (ES) dan *uniformity coefficient* (UC) yang telah ditentukan sebelumnya untuk masing-masing media penyaringan. Penyaringan dilakukan selama lebih kurang 1 minggu. Satu kali penyaringan, maksimum berat media yang mampu disaring dalam saringan adalah 500 gr. Untuk batu apung dengan

effective size (ES) 0,8–1,55 mm berat total seluruhnya adalah 15 kg. Hasil analisa saringan dapat dilihat pada lampiran I.

- d. Media yang sudah disaring sesuai dengan *effective size* (ES) yang diinginkan, kemudian dicuci. Tujuan dilakukannya pencucian ini adalah supaya kotoran-kotoran yang terdapat dalam media filtrasi dapat hilang. Kemudian, media dikeringkan dengan cara dijemur agar media benar benar bersih.
- e. *Biosand filter* yang sudah siap untuk digunakan diisi dengan media penyaringan. Urutan pengisian dimulai dari kerikil, setelah itu dilanjutkan dengan pasir kuarsa dan batu apung. Pada penelitian ini ketinggian total dari media penyaringan di dalam *biosand filter* adalah 60 cm dengan kecepatan filtrasi 0,25 m³/m²/jam. Ketebalan media pada penelitian ini berdasarkan variasi yang telah ditentukan. Adapun variasinya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Variasi antara susunan lapisan media dan ketinggian media

Variasi	Susunan media	Batu apung	Pasir kuarsa
1	Batu apung	20 cm	40 cm
2	Pasir kuarsa	30 cm	30 cm
3	Batu apung	40 cm	30 cm
4	Pasir kuarsa	20 cm	40 cm
5	Batu apung	30 cm	30 cm
6	Pasir kuarsa	40 cm	20 cm

Sumber : Penelitian 2014

- f. Melakukan aklimatisasi, yaitu menumbuhkan *biofilm* pada reaktor. Agar terbentuk lapisan *biofilm*, *biosand filter* harus dialiri air selama ± 7 hari. Air yang keluar pada kran diatur kecepatannya sesuai dengan kecepatan yang disyaratkan. Dalam penelitian ini kecepatan yang diambil adalah 0,25 m³/m²/jam. Dalam proses aklimatisasi ini setiap harinya parameter air juga diukur, parameter yang diukur adalah pH, kekeruhan, dan warna secara visual.
- g. Setelah lapisan *biofilm* terbentuk, air gambut yang berasal dari lingkungan perumahan penduduk dimasukkan ke dalam ember sementara. Kemudian di uji pHnya terlebih dahulu sebelum air dipompakan dengan menggunakan mesin pompa air menuju drum inlet yang berada lebih tinggi dari pada unit *biosand filter*. Proses ini disebut dengan running. Running dilakukan selama 8 jam dalam 2 hari. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan *biosand filter* dalam menyaring air.
- h. Melakukan pengujian kualitas air hasil outlet *biosand filter* yaitu pengujian pH langsung setelah proses running, sedangkan untuk parameter warna, kekeruhan dan kandungan organik dapat diuji belakangan di laboratorium yang berbeda. Setiap variasi diambil 2 sampel dari inlet dan 8 sampel dari outlet untuk pengujian kekeruhan, warna, dan kandungan organik. Prosedur pengujian semua parameter tersebut, dapat dilihat pada Lampiran II.

- i. Membersihkan dan mengeringkan kembali media penyaringan jika satu variasi telah dilaksanakan.
- j. Prosedur yang sama diulangi untuk setiap variasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Parameter pH

Nilai pH inlet pada saat masa running hari pertama dan kedua terjadi perubahan, hal ini dikarenakan perbedaan waktu pengambilan air baku dan pengendapan di drum penampungan selama masa running. Setelah air gambut melewati *biosand filter* dual media, pH air gambut mengalami peningkatan hingga mencapai nilai yang ditetapkan oleh Permenkes RI No.416/Menkes/ PER/IX/1990.

Untuk efisiensi peningkatan nilai pH dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2 Peningkatan nilai pH

Variasi	pH		Efisiensi
	Inlet	Outlet	
Variasi 1 = Pasir 40 cm dan batu apung 20 cm	5,0	6,1	22,00
	5,0	6,2	24,00
	5,0	6,2	24,00
	5,0	6,3	26,00
	5,2	6,2	19,23
	5,2	6,1	17,31
	5,2	6,2	19,23
	5,2	6,2	19,23
Rata-Rata			21,38
Variasi 2 = Pasir 30 cm dan batu apung 30 cm	5,4	6,1	12,96
	5,4	6,2	14,81
	5,4	6,2	14,81
	5,4	6,3	16,67
	5,3	6,2	16,98
	5,3	6,2	16,98
	5,3	6,3	18,87
	5,3	6,3	18,87
Rata-Rata			16,37
Variasi 3 = Pasir 20 cm dan batu apung 40 cm	6,0	7,0	16,67
	6,0	6,9	15,00
	6,0	6,8	13,33
	6,0	6,8	13,33
	5,6	6,7	19,64
	5,6	6,8	21,43
	5,6	6,6	17,86
	5,6	6,5	16,07
Rata-Rata			16,67

Tabel 2 Lanjutan

Variasi	pH		Efisiensi
	Inlet	Outlet	
	5,2	7,0	34,62
	5,2	7,1	36,54
	5,2	6,8	30,77
Variasi 4 = Batu apung 40 cm dan pasir 20 cm	5,2	6,7	28,85
	5,3	7,0	32,08
	5,3	6,9	30,19
	5,3	6,9	30,19
	5,3	6,7	26,42
Rata-Rata			31,20
	5,3	6,8	28,30
	5,3	7,1	33,96
	5,3	7,0	32,08
Variasi 5 = Batu apung 30 cm dan pasir 30 cm	5,3	6,7	26,42
	5,4	6,9	27,78
	5,4	6,7	24,07
	5,4	6,7	24,07
	5,4	6,8	25,93
Rata-Rata			27,83
	5,2	7,0	34,62
	5,2	7,0	34,62
	5,2	6,9	32,69
Variasi 6 = Batu apung 20 cm dan pasir 40 cm	5,2	6,7	28,85
	5,1	6,9	35,29
	5,1	6,7	31,37
	5,1	6,7	31,37
	5,1	6,7	31,37
Rata-Rata			32,52

Sumber: Penelitian,2014

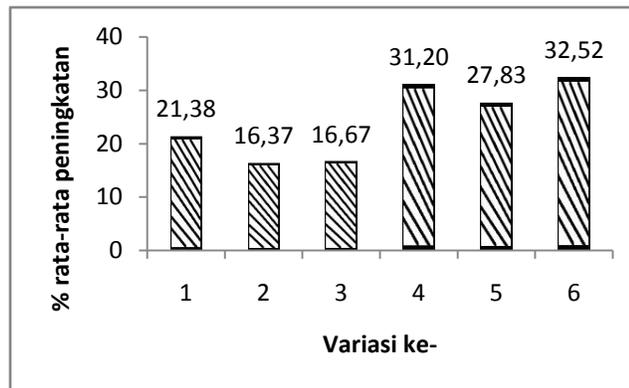
Dari tabel peningkatan nilai pH di atas dapat dilihat perubahan pH pada outlet di setiap running atau perulangannya. Persentase peningkatan nilai pH terletak pada rentang 13,33% hingga 36,54%. Untuk mengetahui pengaruh atau tidaknya variasi terhadap hasil dari penelitian ini dilakukan pengujian statistik menggunakan analisis variansi dua arah (*two way analysis of variance*). Analisis varian dilakukan untuk mengetahui apakah susunan lapisan media dan ketebalan media filtrasi mempengaruhi kualitas pH pada air gambut serta apakah variasi susunan lapisan media dan ketebalan media filtrasi memberikan perbedaan rata-rata yang signifikan pada kualitas air gambut pada outlet.

Dari hasil penelitian dan perhitungan diperoleh persentase rata-rata peningkatan pH pada outlet *biosand filter* dual media untuk masing-masing variasi, dapat dilihat pada Gambar 1 dan Tabel 3.

Tabel 3. Persentase rata-rata peningkatan nilai pH

Susunan media filtrasi	Ketebalan media (cm)			Jumlah (baris)
	40,20	30,30	20,40	
1	21,38	16,37	16,67	54,42
2	31,20	27,83	32,52	91,55
Jumlah (kolom)	52,58	44,20	49,19	145,97

1 = Di lapisan atas pasir lalu lapisan berikutnya batu apung
 2 = Di lapisan atas batu apung lalu lapisan berikutnya pasir



Gambar 1. Grafik persentase rata-rata peningkatan pH pada outlet biosand filter dual media.

Tabel 4. Hasil perhitungan anova untuk parameter pH

Sumber Keseragaman	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	F hitung	F tabel
Kolom	17,77	2	9,12	1,83	19,000
Baris	229,77	1	229,91	47,27	18,510
Galat	9,72	2	4,79		
Total	257,26	5			

Sumber : Penelitian, 2014

Dari hasil perhitungan dapat dilihat bahwa F hitung kolom (ketebalan media) lebih kecil daripada F tabel, hal ini menunjukkan bahwa hipotesis nol (H_0) yang menyatakan rata-rata variasi ketebalan lapisan media filtrasi dapat diterima. Hal ini berarti bahwa variasi ketebalan lapisan media filtrasi memberikan nilai rata-rata peningkatan pH yang sama atau tidak adanya pengaruh yang signifikan terhadap kenaikan nilai pH air gambut. Sedangkan F hitung barisnya (susunan media) lebih besar daripada F tabel. Hal ini menunjukkan bahwa hipotesis nol (H_0) yang menyatakan rata-rata variasi susunan media filtrasi tidak dapat diterima. Hal ini berarti bahwa variasi susunan media filtrasi memberikan nilai rata-rata peningkatan

pH yang tidak sama atau adanya pengaruh yang signifikan terhadap kenaikan nilai pH air gambut.

Hasil perhitungan anova menunjukkan bahwa susunan lapisan media filtrasi berpengaruh terhadap kenaikan nilai pH air gambut. Hal ini disebabkan oleh perbedaan ukuran butiran pada lapisan media filtrasi, susunan lapisan media filtrasi dari media yang berbutir besar menuju butiran yang semakin halus akan memberikan hasil yang baik pada *biosand filter* dual media.

Analisis Parameter Kekерuhan

Persentase penurunan nilai kekeruhan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5 Penurunan kadar kekeruhan

Variasi	Kekeruhan		Efisiensi
	Inlet	Outlet	
Variasi 1 = Pasir 40 cm dan batu apung 20 cm	7,53	1,36	81,94
	7,53	1,54	79,55
	7,53	1,64	78,22
	7,53	1,70	77,42
	6,41	1,60	75,04
	6,41	1,76	72,54
	6,41	1,80	71,92
	6,41	1,89	70,51
Rata-rata			75,89
Variasi 2 = Pasir 30 cm dan batu apung 30 cm	8,61	2,35	72,71
	8,61	1,84	78,63
	8,61	1,70	80,26
	8,61	1,45	83,16
	6,25	1,44	76,96
	6,25	1,60	74,40
	6,25	1,75	72,00
	6,25	2,03	67,52
Rata-rata			75,70
Variasi 3 = Pasir 20 cm dan batu apung 40 cm	6,88	1,34	80,52
	6,88	1,58	77,03
	6,88	1,46	78,78
	6,88	1,45	78,92
	5,14	1,02	80,16
	5,14	1,31	74,51
	5,14	1,71	66,73
	5,14	1,67	67,51
Rata-rata			75,52

Tabel 5 Lanjutan

Variasi	Kekeruhan (NTU)		Efisiensi	
	Inlet	Outlet		
Variasi 4 = Batu apung 40 cm dan pasir 20 cm	6,30	0,98	84,44	
	6,30	0,73	88,41	
	6,30	1,05	83,33	
	6,30	1,19	81,11	
	5,70	0,87	84,74	
	5,70	1,32	76,84	
	5,70	1,41	75,26	
	5,70	1,46	74,39	
	Rata-rata		81,07	
		5,03	0,8	85,09
Variasi 5 = Batu apung 30 cm dan pasir 30 cm	5,03	0,7	86,08	
	5,03	0,82	83,70	
	5,03	1,02	79,72	
	4,26	0,68	84,04	
	4,26	1,26	70,42	
	4,26	1,49	65,02	
	4,26	1,63	61,74	
	Rata-rata		76,98	
		5,13	1,03	79,92
		5,13	0,96	81,29
Variasi 6 = Batu apung 20 cm dan pasir 40 cm	5,13	0,89	82,65	
	5,13	1,04	79,73	
	4,09	0,97	76,28	
	4,09	1,12	72,62	
	4,09	1,29	68,46	
	4,09	1,41	65,53	
	Rata-rata		75,81	

Sumber : Penelitian, 2014

Dari tabel terlihat bahwa, pada masa running *biosand filter* dual media dapat menurunkan kadar kekeruhan dari 6,3 menjadi 0,73 NTU (persentase penurunan sebesar 88,41%) hasil pada penelitian ini sudah memenuhi kadar kekeruhan yang disyaratkan untuk air bersih yaitu 25 NTU (Permenkes nomor 416 tahun 1990).

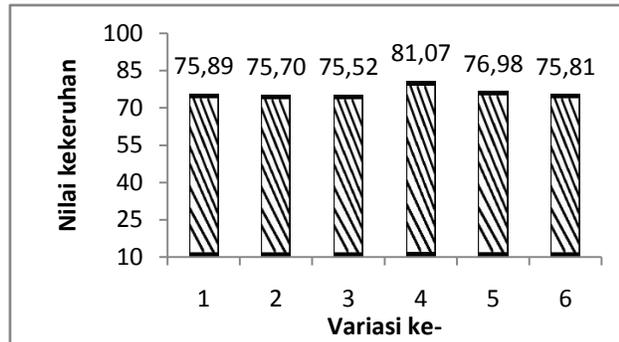
Persentase rata-rata penurunan nilai kekeruhan pada outlet *biosand filter* dual media untuk masing-masing variasi, dapat dilihat pada Gambar 2 dan Tabel 6.

Tabel 6. Persentase rata-rata penurunan nilai kekeruhan

Susunan media filtrasi	Ketebalan media (cm)			Jumlah (baris)
	40,20	30,30	20,40	
1	75,89	75,70	75,52	227,12
2	81,07	76,98	75,81	233,85
Jumlah (kolom)	156,96	152,68	151,33	460,97

1 = Di lapisan atas pasir lalu lapisan berikutnya batu apung

2 = Di lapisan atas batu apung lalu lapisan berikutnya pasir



Gambar 2. Grafik persentase rata – rata penurunan nilai kekeruhan pada outlet biosand filter dual media

Tabel 7. Hasil perhitungan anova untuk parameter kekeruhan

Sumber Keseragaman	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	F hitung	F tabel
Kolom	8,64	2	4,32	1,29	19,000
Baris	7,55	1	7,55	2,27	18,510
Galat	6,67	2	3,33		
Total	22,86	5			

Sumber : Penelitian, 2014

Dari hasil perhitungan dapat dilihat bahwa F hitung kolom (ketebalan lapisan) dan F hitung baris (susunan lapisan) lebih kecil daripada F tabel, hal ini menunjukkan bahwa hipotesis nol (H_0) yang menyatakan rata-rata variasi susunan lapisan media filtrasi dan ketebalan lapisan media filtrasi adalah sama, dapat diterima. Hal ini berarti bahwa variasi susunan lapisan media filtrasi dan ketebalan media filtrasi memberikan nilai rata-rata yang sama dalam penurunan nilai kekeruhan atau tidak adanya pengaruh yang signifikan terhadap penurunan nilai kekeruhan air gambut.

Analisis parameter warna

Penurunan dan persentase penurunan warna dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 8 Penurunan kadar warna

Variasi	Warna(Pt-Co)		Efisiensi
	Inlet	Outlet	
Variasi 1 = Pasir 40 cm dan batu apung 20 cm	355	65	81,69
	355	76	78,59
	355	99	72,11
	355	95	73,24
	331	118	64,35
	331	105	68,28
	331	106	67,98
	331	182	45,02
Rata-rata			68,91

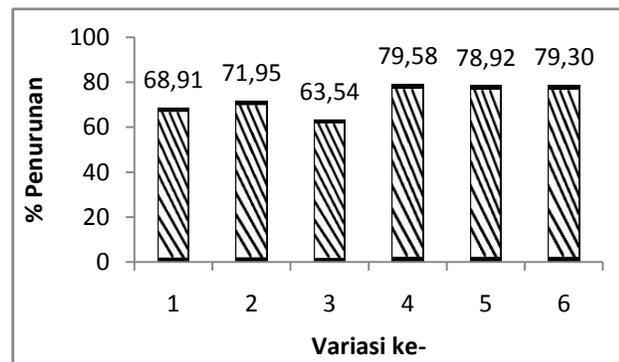
	457	88	80,74
	457	98	78,56
Variasi 2 = Pasir	457	95	79,21
30 cm dan batu	457	115	74,84
apung 30 cm	392	110	71,94
	392	115	70,66
	392	120	69,39
	392	195	50,26
Rata-rata			71,95
	345	95	72,46
	345	98	71,59
Variasi 3 = Pasir	345	110	68,12
20 cm dan batu	345	121	64,93
apung 40 cm	381	125	67,19
	381	133	65,09
	381	175	54,07
	381	210	44,88
Rata-rata			63,54
	365	33	90,96
	365	28	92,33
Variasi 4 = Batu	365	55	84,93
apung 40 cm dan	365	60	83,56
pasir 20 cm	324	68	79,01
	324	75	76,85
	324	88	72,84
	324	142	56,17
Rata-rata			79,58
	309	35	88,67
	309	41	86,73
Variasi 5 = Batu	309	35	88,67
apung 30 cm dan	309	45	85,44
pasir 30 cm	319	58	81,82
	319	95	70,22
	319	103	67,71
	319	121	62,07
Rata-rata			78,92
	355	55	84,51
	355	50	85,92
Variasi 6 = Batu	355	62	82,54
apung 20 cm dan	355	67	81,13
pasir 40 cm	348	75	78,45
	348	75	78,45
	348	89	74,43
	348	108	68,97
Rata-rata			79,30

Sumber : Penelitian, 2014

Grafik pada gambar di atas memperlihatkan efisiensi penurunan kadar warna air gambut pada outlet *biosand filter* dual media dari running ke-1 sampai ke-8. *Biosand*

filter dual media pada penelitian ini menurunkan kadar warna dari 365 menjadi 28 Pt-Co (penurunan sebesar 92,33%).

Persentase penurunan nilai warna pada outlet *biosand filter* dual media untuk masing-masing variasi, dapat dilihat pada Gambar 3 dan Tabel 9.



Gambar 3. Grafik persentase rata – rata penurunan nilai warna pada outlet *biosand filter* dual media

Tabel 9. Persentase rata-rata penurunan nilai warna

Susunan media filtrasi	Ketebalan media (cm)			Jumlah (baris)
	40,20	30,30	20,40	
1	68,91	71,95	63,54	204,40
2	79,58	78,92	79,30	237,80
Jumlah (kolom)	148,49	150,87	142,82	442,19

1 = Di lapisan atas pasir lalu lapisan berikutnya batu apung

2 = Di lapisan atas batu apung lalu lapisan berikutnya pasir

Tabel 10. Hasil perhitungan anova untuk parameter warna

Sumber Keceragaman	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	F hitung	F tabel
Kolom	17,00	2	8,50	0,87	19,000
Baris	185,90	1	185,90	19,11	18,510
Galat	19,45	2	9,73		
Total	222,36	5			

Sumber : Penelitian, 2014

Dari hasil perhitungan dapat dilihat bahwa F hitung kolom (susunan lapisan) lebih kecil daripada F tabel, hal ini menunjukkan bahwa hipotesis nol (H_0) yang menyatakan rata-rata variasi susunan lapisan media filtrasi adalah sama, dapat diterima. Hal ini berarti bahwa variasi susunan lapisan media filtrasi memberikan nilai rata-rata yang sama dalam penurunan kadar warna atau tidak adanya pengaruh yang signifikan terhadap penurunan nilai warna air gambut. Untuk F hitung baris

(ketebalan lapisan media) lebih besar daripada F tabel, hal ini menunjukkan bahwa hipotesis nol (H_0) yang menyatakan rata-rata variasi ketebalan media filtrasi tidak sama, tidak dapat diterima. Hal ini berarti ketebalan media filtrasi pada *biosand filter* dual media memberikan pengaruh terhadap kadar warna pada outlet.

Analisis parameter kandungan organik

Penurunan kadar $KMnO_4$ pada masa running dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 11 Penurunan kadar kandungan organik

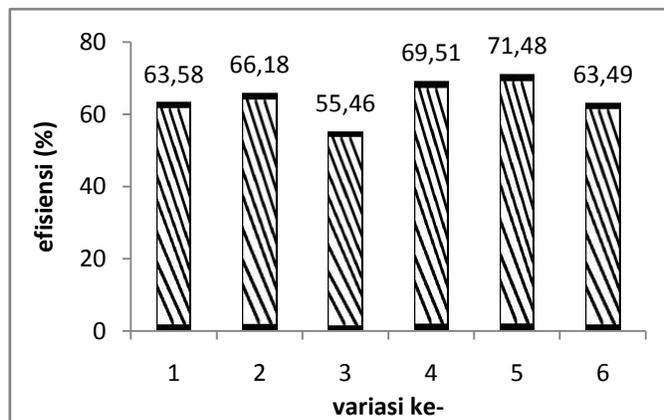
Variasi	$KMnO_4$		Efisiensi
	Inlet	Outlet	
	137	15	89,05
	137	36	73,72
Variasi 1 = Pasir 40 cm dan batu apung 20 cm	137	35	74,45
	137	37	72,99
	128	42	67,19
	128	55	57,03
	128	64	50,00
	128	97	24,22
Rata-rata			63,58
	142	28	80,28
	142	32	77,46
Variasi 2 = Pasir 30 cm dan batu apung 30 cm	142	32	77,46
	142	37	73,94
	128	26	79,69
	128	30	76,56
	128	73	42,97
	128	101	21,09
Rata-rata			66,18
	176	33	81,25
	176	39	77,84
Variasi 3 = Pasir 20 cm dan batu apung 40 cm	176	68	61,36
	176	72	59,09
	159	78	50,94
	159	85	46,54
	159	92	42,14
	159	120	24,53
Rata-rata			55,46
	148	11	92,57
	148	10	93,24
Variasi 4 = Batu apung 40 cm dan pasir 20 cm	148	31	79,05
	148	38	74,32
	130	43	66,92
	130	50	61,54
	130	56	56,92
	130	89	31,54
Rata-rata			69,51

Variasi	KMnO ₄		Efisiensi
	Inlet	Outlet	
Variasi 5 = Batu apung 30 cm dan pasir 30 cm	133	10	92,48
	133	14	89,47
	133	17	87,22
	133	23	82,71
	125	31	75,20
	125	59	52,80
	125	62	50,40
	125	73	41,60
Rata-rata			71,48
Variasi 6 = Batu apung 20 cm dan pasir 40 cm	131	36	72,52
	131	25	80,92
	131	39	70,23
	131	41	68,70
	122	47	61,48
	122	53	56,56
	122	58	52,46
	122	67	45,08
Rata-rata			63,49

Sumber : Penelitian, 2014

Grafik di atas memperlihatkan efisiensi penurunan kadar organik air gambut pada outlet *biosand filter* dual media dari running ke-1 sampai ke-8. *Biosand filter* dual media mampu menurunkan kadar organik pada air gambut dari 148 mg/l menjadi 10 mg/l (penurunan sebesar 93,24 %).

Persentase penurunan nilai kandungan organik pada outlet *biosand filter* dual media untuk masing-masing variasi, dapat dilihat pada Gambar 4 dan Tabel 12.



Gambar 4. Grafik persentase rata – rata penurunan nilai kandungan organik pada outlet *biosand filter* dual media

Tabel 12 Persentase rata-rata penurunan nilai kandungan organik

Susunan media filtrasi	Ketebalan media (cm)			Jumlah (baris)
	40,20	30,30	20,40	
1	63,58	66,18	55,46	185,23
2	69,51	71,48	63,49	204,49
Jumlah (kolom)	133,10	137,67	118,95	389,72

1 = Di lapisan atas pasir lalu lapisan berikutnya batu apung

2 = Di lapisan atas batu apung lalu lapisan berikutnya pasir

Tabel 13 Hasil perhitungan anova untuk parameter kandungan organik

Sumber Keseragaman	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	F hitung	F tabel
Kolom	95,18	2	47,59	46,62	19,000
Baris	61,85	1	61,85	60,59	18,510
Galat	2,04	2	1,02		
Total	159,07	5			

Sumber : Penelitian, 2014

Dari hasil perhitungan dapat dilihat bahwa F hitung kolom (susunan lapisan) dan F hitung baris (ketebalan lapisan) lebih besar daripada F tabel, hal ini menunjukkan bahwa hipotesis nol (H_0) yang menyatakan rata-rata variasi susunan lapisan media filtrasi dan ketebalan lapisan media filtrasi adalah sama, tidak dapat diterima. Hal ini berarti bahwa variasi susunan lapisan media filtrasi dan ketebalan media filtrasi memberikan nilai rata-rata yang tidak sama dalam penurunan kandungan organik atau adanya pengaruh yang signifikan terhadap penurunan nilai kandungan organik air gambut pada outlet *biosand filter* dual media.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Susunan lapisan media filtrasi penyaringan yang paling baik untuk digunakan adalah susunan batu apung paling atas lalu pasir kuarsa dibawahnya. sedangkan ketebalan lapisan media filtrasi yang paling baik untuk digunakan adalah dengan ketebalan batu apung 40 cm dan pasir kuarsa 20 cm.
2. *Biosand filter* dual media menghasilkan efisiensi terbaik dalam menaikkan nilai pH sebesar 36,54%, menurunkan kadar kekeruhan air gambut sebesar 88,41%, menurunkan kadar warna air gambut sebesar 92,33%, serta menurunkan kadar organik sebesar 93,24%.
3. Setelah dilakukan analisa variansi, faktor variasi susunan media filtrasi memberikan pengaruh yang signifikan pada nilai pH, kadar warna, dan zat organik sedangkan faktor ketebalan lapisan memberikan pengaruh yang signifikan pada kadar zat organik.

4. Secara keseluruhan parameter pH, kekeruhan dan warna sudah memenuhi syarat Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416 Tahun 1990, namun untuk parameter zat organik masih belum mampu memenuhi standar. Hal ini disebabkan tingginya kadar zat organik yang dikandung air gambut, tetapi secara umum efisiensi yang dihasilkan oleh *biosand filter* dual media sudah baik.
5. Dari hasil penelitian, secara keseluruhan menunjukkan bahwa *biosand filter* dual media mampu memperbaiki kualitas air gambut.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashari, Frengki.** 2012. *Variasi Ketebalan Lapisan dan Ukuran Butiran Media Penyaringan pada Biosand Filter untuk Pengolahan Air Gambut. Tugas Akhir Teknik Sipil Universitas Riau.*
- Peraturan Menteri Kesehatan No.492/MENKES/PER/IV/2010** tentang *Persyaratan Kualitas Air Minum.*
- Kusnaedi.** 2006. *Mengolah air gambut dan air kotor untuk air minum.* Penebar Swadaya: Jakarta.