

# **APLIKASI BIOSAND FILTER DENGAN PENAMBAHAN MEDIA KARBON (ARANG KAYU) UNTUK PENGOLAHAN AIR SUMUR DAERAH GAMBUT**

**Okdika Berliandra<sup>1)</sup>, Yohanna Lilis Handayani<sup>2)</sup>, Lita Darmayanti<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, <sup>2)</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru 28293

E-mail: *okdikaberliandra@gmail.com*

## **ABSTRACT**

*Refers to the results test from UPT Health and Environment Laboratory in Pekanbaru, the quality of water wells in peat areas on Kadiran Street RW.06 / RT.03, Kulim, Tenayan Raya District, Pekanbaru City, has turbidity ( $\text{CaCO}_3$ ) level of 18 mg/L and contains iron metal (Fe) < 0,0195 mg/L, manganese (Mn) < 0,0248 mg/L, organic substances ( $\text{KMnO}_4$ ) 9,7 mg/L, pH levels between of 4.9 – 5.2, and smelling. This condition makes water wells in peat areas should through processing water treatment before consumed. Biosand filter with the addition of carbon (charcoal) is the one of alternative treatment for water wells in peat areas with simple and natural concept.*

*The purpose of this research for determining the efficiency from using biosand filter with the addition of carbon (charcoal) to get the most quality of water wells in peat areas based on the parameters pH, smelling, and organic substances. Reactor of biosand filter is made from PVC pipe diameter of 6" and high 150 cm.*

*The results showed that, biosand filter produces the best efficiency to increase the pH value up to 26.00%, to decrease organic substances value up to 91.92%, and eliminates of smelling. In generally, water wells in peat areas which produced by biosand filter process can to repair the parameters of the organic substances and smelling. However water discharge producing from reactor of biosand filter is too small, so that not effective to be applied.*

**Keywords:** *water wells, biosand filter, charcoal*

## **PENDAHULUAN**

Air merupakan kebutuhan yang paling mendasar bagi makhluk hidup. Air dapat berwujud padatan (es), cairan (air) dan gas (uap air) Air merupakan satu-satunya zat yang secara alami terdapat di permukaan bumi dalam ketiga wujudnya tersebut. Air bersifat tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau pada kondisi standar (Suryana H, 2013). Air yang digunakan harus memenuhi syarat dari segi kualitas maupun kuantitasnya.

Secara kualitas air harus tersedia pada kondisi yang memenuhi syarat kesehatan, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia tentang air bersih dalam Peraturan Menteri Kesehatan No.416 Tahun 1990 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air.

Daerah yang belum mendapatkan pelayanan air bersih, penduduk biasanya menggunakan air sumur gali dan air sungai yang sering kali tidak memenuhi standar air bersih. Bahkan untuk daerah yang sangat buruk kualitas air tanah

maupun air sungainya, penduduk setempat hanya menggunakan air hujan untuk memenuhi kebutuhan air bersihnya. Di Provinsi Riau sumber air bersih sebagian besar didapat dari air tanah. Hampir semua rumah tangga mempunyai sumur baik sumur gali maupun sumur bor untuk memenuhi kebutuhan air bersihnya.

Berdasarkan pengujian yang dilakukan di Laboratorium Unit Pelaksana Tugas Kesehatan dan Lingkungan Kota Pekanbaru, kualitas air sumur daerah gambut Jalan Kadiran RW.06/RT.03, Kelurahan Kulim, Kecamatan Tenayan Raya, Pekanbaru memiliki kadar besi (Fe) < 0,0195 mg/L, Kesadahan ( $CaCO_3$ ) 18 mg/L, Mangan (Mn) < 0,0248 mg/L, Zat Organik ( $KMnO_4$ ) 9,7 mg/L, nilai pH berkisar 4,9 – 5,2 dan berbau. Dari hasil tersebut, berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No.416/Menkes/PER/IX/1990 tentang Persyaratan Kualitas Air Bersih, diketahui nilai pH belum memasuki rentang yang diizinkan yaitu 6,5-9, berbau dan Kandungan Zat Organik ( $KMnO_4$ ) hampir mencapai ambang batas maksimum yang diizinkan yaitu 10 mg/liter. Sehingga perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dikonsumsi dengan teknologi pengolahan air sumur.

Teknologi pengolahan air sumur di daerah gambut menjadi air bersih pada skala rumah tangga salah satunya dengan filtrasi. Filtrasi adalah suatu proses pemisahan zat padat dari fluida (cair maupun gas) yang membawanya menggunakan suatu medium berpori atau bahan berpori lain untuk menghilangkan sebanyak mungkin zat padat halus yang tersuspensi dan koloid. Pada pengolahan air minum, filtrasi digunakan untuk menyaring air hasil dari proses koagulasi-flokulasi-sedimentasi sehingga dihasilkan air minum dengan kualitas tinggi. Di samping mereduksi kandungan zat padat, filtrasi dapat pula mereduksi kandungan bakteri, menghilangkan warna, rasa, bau, besi dan mangan.

Dalam proses filtrasi terdapat kombinasi antara beberapa proses yang berbeda. Proses-proses tersebut meliputi (Edahwati, 2009).

a. *Mechanical straining*

Merupakan proses penyaringan partikel tersuspensi yang terlalu besar untuk dapat lolos melalui ruang antara butiran media.

b. Sedimentasi

Proses mengendapnya partikel tersuspensi yang berukuran lebih kecil dari lubang pori-pori pada permukaan butiran.

c. Adsorpsi

Prinsip proses ini adalah akibat adanya perbedaan muatan antara permukaan partikel tersuspensi yang ada di sekitarnya sehingga terjadi gaya tarikmenarik.

d. Aktivitas kimia

Merupakan proses dimana partikel yang terlarut diuraikan menjadi substansi sederhana dan tidak berbahaya atau diubah menjadi partikel tidak terlarut, sehingga dapat dihilangkan dengan proses penyaringan, sedimentasi dan adsorpsi pada media berikutnya.

e. Aktivitas biologi

Merupakan proses yang disebabkan oleh aktifitas mikroorganisme yang hidup di dalam media filtrasi.

Dalam proses filtrasi juga terjadi reaksi kimia dan fisika, sehingga banyak faktor yang saling berkaitan yang akan mempengaruhi kualitas air hasil filtrasi, efisiensi proses dan sebagainya, faktor-faktor tersebut antara lain (Edahwati, 2009).

a. Debit filtrasi

Untuk mendapatkan hasil yang memuaskan diperlukan keseimbangan antara debit filtrasi dan kondisi media yang ada. Debit yang terlalu cepat akan menyebabkan tidak berfungsinya filter secara efisien.

b. Kedalaman, ukuran dan jenis media

Partikel tersuspensi yang terdapat pada influen akan tertahan pada permukaan

filter karena adanya mekanisme filtrasi. Oleh karena itu, efisiensi filter merupakan fungsi karakteristik dari *filter bed*, yang meliputi porositas dari ratio kedalaman media terhadap ukuran media. Tebal tidaknya media akan mempengaruhi lama pengaliran dan besar daya saring. Demikian pula dengan ukuran (diameter) butiran media berpengaruh pada porositas dan daya saring.

c. Kualitas air baku

Kualitas air baku akan mempengaruhi efisiensi filtrasi, khususnya kekeruhan. Kekeruhan yang terlalu tinggi akan menyebabkan ruang pori antara butiran media cepat tersumbat. Oleh karena itu dalam melakukan filtrasi harus dibatasi kandungan kekeruhan dari air baku yang akan diolah.

Tingginya tingkat kebutuhan masyarakat di daerah gambut akan air bersih membuat penelitian ini sangat penting dilakukan, karena sistem pengolahannya sederhana sehingga diharapkan dapat menghasilkan air bersih untuk keperluan sehari-hari. Berdasarkan penelitian Suterisno (2011) *biosand filter* dengan penambahan media karbon mampu menurunkan kadar organik air gambut dari 158 mg/l  $\text{KMnO}_4$  menjadi 4,1 mg/l  $\text{KMnO}_4$ , menaikkan pH air gambut dari 4,03 hingga 5,6. Penambahan media karbon (arang kayu) sebagai media penyaringan berguna untuk menghilangkan bau. Maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. membuat alat pengolahan air sumur daerah gambut sederhana berupa *biosand filter*,
2. mengetahui efisiensi penggunaan *biosand filter* dengan penambahan media karbon (arang kayu),
3. mengevaluasi air hasil pengolahan berdasarkan parameter pH, bau dan kandungan organik.

Berdasarkan penelitian-penelitian terkait yang dilakukan sebelumnya, dapat diketahui bahwa *biosand filter* berpotensi digunakan untuk pengolahan air sumur

daerah gambut. Oleh karena itu, penelitian ini akan membahas tentang pengolahan air sumur daerah gambut dengan mengaplikasikan *biosand filter* dengan penambahan media karbon (arang kayu).

## METODOLOGI PENELITIAN

Adapun langkah kerja pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Membuat reaktor *biosand filter* dari pipa PVC diameter 6" dan tinggi 150 cm.
2. Mempersiapkan bahan-bahan dan media-media filtrasi, yaitu air, karbon (arang kayu), pasir kuarsa, dan kerikil.
3. Mengayak pasir kuarsa dan kerikil. Pengayakan dilakukan dengan cara manual untuk menentukan *effective size* (ES) dan *uniformity coefficient* (UC) yang telah ditentukan sebelumnya untuk masing-masing media penyaringan.
4. Mencuci media yang telah diayak. Pencucian dilakukan supaya kotoran-kotoran yang terdapat dalam media filtrasi dapat hilang. Kemudian, media dikeringkan dengan cara dijemur ditempat terbuka.
5. Memasukkan media-media filtrasi yang telah dibersihkan kedalam reaktor dengan ketebalan yang telah direncanakan. Urutan pengisian dimulai dari kerikil dengan ketebalan 15 cm, pasir dengan ketebalan 45 cm dan arang kayu dengan ketebalan 15 cm.
6. Melakukan proses aklimatisasi, yaitu menumbuhkan lapisan *biofilm* pada reaktor. Agar terbentuk lapisan *biofilm*, *biosand filter* dialiri dengan air sumur selama  $\pm 7$  hari.
7. Setelah lapisan *biofilm* terbentuk, air sumur daerah gambut dimasukkan ke dalam *biosand filter* dengan kecepatan aliran  $0,25 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{jam}$  secara kontinu. Proses ini disebut dengan *running*. *Running* dilakukan selama 22 jam, hal ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan *biosand filter* dalam

menyaring air sebanyak 100 liter. Agar lapisan atas media filtrasi tidak mengalami kerusakan saat air gambut dimasukkan, maka digunakan *diffuser plate*.

8. Melakukan pengujian kualitas air pada *inlet* dan *outlet biosand filter* yaitu pengujian pH, bau kandungan organik.
9. Membersihkan dan mengeringkan kembali media penyaringan jika proses penyaringan telah dilaksanakan.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini dilakukan analisis terhadap *biosand filter*. *Biosand filter* mempunyai ketebalan media arang kayu 15 cm, pasir 45 cm dan keriki 15 cm dan kecepatan aliran 0,25 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> jam.

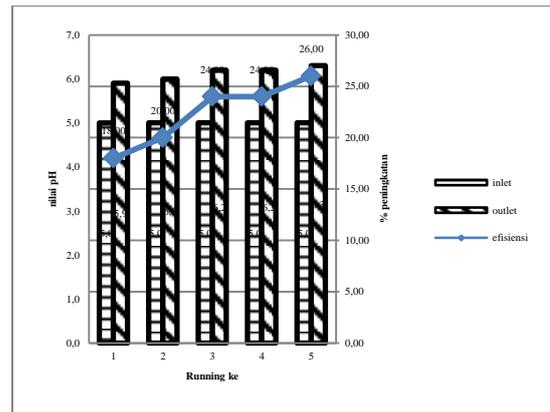
Dari hasil penelitian dan perhitungan diperoleh persentase peningkatan pH pada *outlet biosand filter*. Peningkatan nilai pH dan efisiensi peningkatan nilai pH pada masa *running* dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 1 berikut.

Tabel 1. Peningkatan nilai pH dan efisiensi filter

| Running ke | pH meter     |               | Peningkatan % |
|------------|--------------|---------------|---------------|
|            | <i>inlet</i> | <i>Outlet</i> |               |
| 1          | 5,0          | 5,9           | 18,00         |
| 2          | 5,0          | 6,0           | 20,00         |
| 3          | 5,0          | 6,2           | 24,00         |
| 4          | 5,0          | 6,2           | 24,00         |
| 5          | 5,0          | 6,3           | 26,00         |

Sumber : hasil penelitian, 2014

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa nilai pH saat masa *running* pada *inlet* adalah 5,0. Setelah air melewati *biosand filter*, nilai pH mengalami peningkatan hingga mencapai nilai maksimum pada nilai 6,3. Peningkatan dan persentase peningkatan nilai pH pada masa *running* dapat dilihat dalam grafik pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik peningkatan dan efisiensi peningkatan nilai pH pada masa *running*

Grafik pada Gambar 1 memperlihatkan adanya perubahan efisiensi penggunaan *biosand filter* pada *outlet*. Persentase peningkatan nilai pH terletak pada rentang 18,00 % hingga 26,00 %. Efisiensi tertinggi yang dicapai sebesar 26,00 % dengan peningkatan nilai pH sebesar 1,3 pada *running* ke 5. Nilai efisiensi ini belum mampu meningkatkan nilai pH air gambut hingga mencapai pH netral yang disyaratkan, meskipun terlihat kenaikan yang signifikan. Belum mampunya *biosand filter* meningkatkan nilai pH ini juga dikarenakan oleh terlalu rendahnya nilai pH air.

Penurunan nilai Kadar zat organik (KMnO<sub>4</sub>) dan efisiensi penurunan Kadar zat organik (KMnO<sub>4</sub>) pada masa *running* dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 2 berikut.

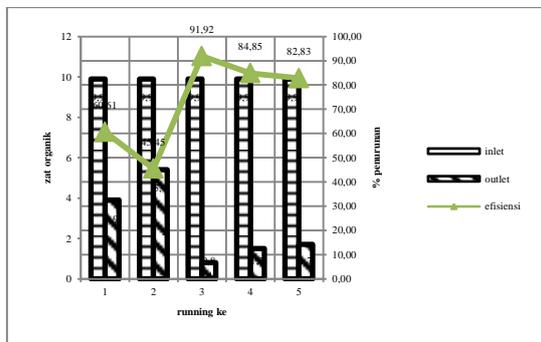
Tabel 2. Kadar zat organik (KMnO<sub>4</sub>) pada masa *running*

| Running Ke | Zat Organik (mg/L) |               | Penurunan % |
|------------|--------------------|---------------|-------------|
|            | <i>Inlet</i>       | <i>Outlet</i> |             |
| 1          | 9,9                | 3,9           | 60,61       |
| 2          | 9,9                | 5,4           | 45,45       |
| 3          | 9,9                | 0,8           | 91,92       |
| 4          | 9,9                | 1,5           | 84,85       |
| 5          | 9,9                | 1,7           | 82,83       |

Sumber : hasil penelitian, 2014

Berdasarkan Tabel 2 di atas terlihat bahwa kadar organik (KmnO<sub>4</sub>) pada *inlet*

adalah 9,9 mg/l pada *running* ke-1 sampai ke-5. Penurunan kadar KMnO<sub>4</sub> pada masa *running* diperlihatkan dalam grafik dalam Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Grafik penurunan dan efisiensi penurutan kandungan organik biosand filter

Grafik pada Gambar 2 di atas memperlihatkan efisiensi penurunan kadar organik air sumur daerah gambut pada *outlet biosand filter* dari *running* ke-1 sampai ke-5. Efisiensi pada *biosand filter* ini berkisar antara 45,45 % hingga 91,92 %. Efisiensi tertinggi yang terjadi adalah 91,92 % dengan penurunan kandungan organik menjadi 0,8 mg/l pada *running* ke-3. Grafik di atas menunjukkan meningkatnya efisiensi media filter dalam mereduksi kandungan organik. Dari grafik terlihat bahwa, pada masa *running biosand filter* mampu menurunkan kadar organik dari 9,9 mg/l (hampir mencapai nilai maksimal yang disyaratkan Permenkes nomor 416 tahun 1990 untuk air bersih yaitu 10 mg/l) hingga 0,8 mg/l. Dari grafik juga terlihat bahwa, terjadi penurunan efisiensi, hal ini disebabkan oleh jenuhnya pasir kuarsa di dalam *biosand filter* karena dialiri air gambut secara terus-menerus selama 22 jam. Dari grafik terlihat pada *running* ke 2 (jam ke 4) terjadi peningkatan kandungan organik, hal ini disebabkan karena lapisan *biofilm* belum terbentuk sempurna sehingga jumlah bakteri di *biofilm* belum cukup untuk menghilangkan zat organik. Partikel zat organik direduksi karena adanya aktivitas biologis. Di dalam aktivitas biologis ini

mikroorganismenya hidup di dalamnya, mikroorganismenya ini membentuk lapisan *Schmutzdecke* atau lapisan *biofilm*. Mikroorganismenya pada lapisan *biofilm* ini mampu menyisihkan bahan organik, karena bahan organik itu sendirilah yang menjadi makanannya untuk dapat terus hidup (Edwardo, 2013). Hal yang sama juga terjadi pada penelitian yang dilakukan Raufanto (2012) yang meneliti air gambut menggunakan *biosand filter* dengan sistem kontinu dan Edwardo (2013) yang meneliti air gambut menggunakan batu apung dengan sistem *batch*.

Menurut Ashari (2012) dalam penelitian tentang pengaruh ketebalan lapisan dan ukuran butiran pada media penyaringan *biosand filter* untuk pengolahan air gambut, hasil terbaik yang didapat mampu menurunkan kadar organik dengan efisiensi sebesar 90,27 %. Adapun dalam penelitian ini, hasil terbaik yang didapat yaitu *biosand filter* mampu menurunkan kadar organik dengan efisiensi sebesar 91,92 %.

Perbandingan kualitas air sumur daerah gambut hasil penelitian dengan Permenkes nomor 416 tahun 1990 juga dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Perbandingan kualitas air sumur daerah gambut hasil penelitian dengan Permenkes nomor 416 tahun 1990

| Parameter         | Satuan | <i>Biosand filter</i> |               | Syarat maksimal | Hasil <i>running</i> |
|-------------------|--------|-----------------------|---------------|-----------------|----------------------|
|                   |        | <i>inlet</i>          | <i>outlet</i> |                 |                      |
| pH                | -      | 5,0                   | 6,3           | 6,5 - 9         | tidak memenuhi       |
| KMnO <sub>4</sub> | mg/l   | 9,9                   | 0,8           | 10              | memenuhi             |
| Bau               | -      | Bau                   | Tidak berbau  | Tidak berbau    | memenuhi             |

Berdasarkan Tabel 3, dapat disimpulkan bahwa parameter bau sudah memenuhi persyaratan kualitas Permenkes. Parameter kandungan organik terbaik pada *outlet* mencapai nilai 0,8 mg/l. Untuk parameter pH, nilai pH optimal yang mampu dicapai setelah melalui *biosand filter* adalah 6,3, nilai ini

belum memenuhi persyaratan kualitas air. Ketidakmampuan *biosand filter* menaikkan nilai pH hingga mencapai nilai yang disyaratkan disebabkan oleh sangat rendahnya pH air sumur daerah gambut pada *inlet*. Nilai lebih yang dapat dikedepankan adalah *biosand filter* ini tidak menggunakan bahan-bahan kimia serta sangat ekonomis dan mudah dalam pembuatan dan perawatannya.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan terhadap *biosand filter* dengan penambahan lapisan media karbon (arang kayu) diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. *Biosand filter* menghasilkan efisiensi terbaik dalam menaikkan nilai pH sebesar 26,00 %, menurunkan kandungan organik air sumur daerah gambut sebesar 91,92 %, menghilangkan bau dan membutuhkan waktu 22 jam untuk menyaring air sebanyak 100 liter.
2. Karena debit yang dihasilkan sangat kecil, sehingga reaktor *biosand filter* yang terbuat dari pipa PVC diameter 6" belum efektif diaplikasikan untuk memenuhi kebutuhan air bersih.
3. Dari hasil penelitian, secara keseluruhan menunjukkan bahwa *biosand filter* mampu memperbaiki kualitas air sumur daerah gambut untuk parameter kandungan organik dan bau. Sedangkan untuk parameter pH belum mampu mencapai nilai yang ditetapkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No.416/Menkes/PER/IX/1990 tentang Persyaratan Kualitas Air Bersih yaitu 6,5-9.

Berdasarkan hasil dan pembahasan dalam penelitian ini, serta pengalaman di lokasi penelitian, maka dapat diperoleh saran untuk rekan-rekan peneliti yang akan meneliti air sumur daerah gambut.

1. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dalam memperbaiki kualitas air

sumur daerah gambut dengan menggunakan *biosand filter*, maka sebaiknya melakukan identifikasi terlebih dahulu parameter kualitas air yang akan dijadikan air baku, supaya air hasil olahan mencapai nilai optimal yang diinginkan.

2. Untuk menjaga kualitas air yang dihasilkan, *biosand filter* ini memerlukan pemeliharaan berupa penggantian media karbon serta pencucian media pasir dan kerikil jika kualitas air yang dihasilkan sudah mulai memburuk.
3. Diperlukan penelitian lebih lanjut yang mampu meningkatkan nilai pH hingga mencapai nilai minimum yang disyaratkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416 Tahun 1990 yaitu 6,5. Usaha tersebut dapat dilakukan dengan dengan penambahan bahan kimia berupa koagulan dan kapur. Selain itu dapat juga dilakukan penelitian dengan *biosand filter* tetapi menghasilkan debit yang besar menggunakan sistem kontinu dengan cara memperbesar luas penampang saringan.

## 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.
- Edwardo, Anderson.** 2013. *Pengolahan Air Gambut dengan Media Filter Batu Apung*. Tugas Akhir Teknik Sipil Universitas Riau.
- Edahwati, Luluk.** 2000. *Kombinasi Proses Aerasi, Adsorpsi, dan Filtrasi pada Pengolahan Air Limbah Industri Perikanan*. Jurnal Teknik Lingkungan: 79-83.
- Peraturan Menteri Kesehatan No.416/MEN.KES/per/IX/1990** tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air.

- Roufanto, Vicry.** 2012. *Pengaruh Variasi Kecepatan Filtrasi dan Ketebalan Lapisan Media Penyaringan pada Biosand Filter dengan Sistem Kontinu untuk Pengolahan Air Gambut.* Tugas Akhir Teknik Sipil Universitas Riau.
- Suterisno, Fadly.** 2011. *Pengolahan Air Gambut Menggunakan Biosand Filter dengan Penambahan Media Karbon dari Arang Tempurung Kelapa dan Kayu.* Tugas Akhir Teknik Sipil Universitas Riau.
- Suryana H, Rifda.** 2013 *Analisis Kualitas Air Sumur Dangkal Di Kecamatan Biringkanayya Kota Makassar.* Tugas Akhir Teknik Sipil Universitas Hasanuddin Makassar