

Pengolahan Air Tanah Payau Menggunakan Karbon Aktif Granular di Desa Jambakan Kecamatan Bayat Kabupaten Klaten, Jawa Tengah

Tria Rohmeila Sari, Suharwanto, dan Rr. Dina Asrifah

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN “Veteran” Yogyakarta
Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Condongcatur, Yogyakarta, 55283

E-mail korespondensi: Harwanto_upn@yahoo.com

ABSTRAK

Sumber daya alam yang sangat penting bagi kehidupan manusia adalah air. Kebutuhan air untuk pemanfaatannya sebagai air bersih semakin meningkat setiap waktunya. Penggunaan air tanah sangatlah dominan dibandingkan dengan kebutuhan air permukaan dikarenakan oleh kualitas air yang terkandung didalamnya. Sebagian besar masyarakat Desa Jambakan mengeluhkan kondisi air sumur yang terasa payau. Air bersih layak konsumsi harus memenuhi syarat secara fisik, kimia dan biologi sesuai dengan Kepmenkes No. 32 Tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air. Pengujian sifat fisik air dilapangan menggunakan EC meter didapatkan bahwa nilai TDS > 1000 mg/L dan masuk dalam kategori air payau. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas air tanah dan efektivitas pengolahan air tanah menggunakan karbon aktif dengan beda ketebalan yaitu 60 cm dan 70 cm. Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode survei lapangan, laboratorium, dan matematis. Penggunaan air di lokasi penelitian adalah sebagai air bersih sehingga parameter pengujiannya secara fisik yaitu TDS, DHL. Parameter kimia berupa salinitas, natrium, sulfat, dan klorida. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas air tanah di Desa Jambakan setelah dilakukan pengolahan masih berada di atas baku mutu, dengan efektivitas tertinggi dapat menurunkan konsentrasi sulfat mencapai 46,296% pada karbon aktif ketebalan 70 cm.

Kata Kunci: Air Tanah; Air Payau; Pengolahan Air; Karbon Aktif

ABSTRACT

Natural resources that are very important for human life are water. The need for water for its use as clean water is increasing every time. Groundwater use is very dominant compared to surface water needs due to the quality of water contained in it. Most of the people of Jambakan Village complain about the condition of brackish well water. Clean drinking water must meet physical, chemical and biological requirements in accordance with Kepmenkes No. 32 of 2017 concerning environmental health quality standards and water health requirements. Testing the physical properties of water in the field using EC meters found that TDS values > 1000 mg / L and included in the brackish water category. The purpose of this study was to determine the quality of groundwater and the effectiveness of groundwater treatment using activated carbon with different thicknesses of 60 cm and 70 cm. In this research the method used is a field, laboratory and mathematical survey method. The use of water in the research location is as clean water so that the test parameters are physically namely TDS, DHL. Chemical parameters are salinity, natrium, sulfate and chloride. The results showed that groundwater quality in Jambakan Village after processing was still above the quality standard, with the highest effectiveness being able to reduce sulfate concentrations to 46.296% on activated carbon 70 cm.

Keywords: Brackish Groundwater; Water Treatment; Activated Carbon

PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu komponen pembentuk lingkungan sehingga tersedianya air yang berkualitas mengindikasikan lingkungan yang baik. Bagi manusia, air berperan dalam setiap kegiatan salah satunya adalah kebutuhan rumah tangga. Air yang digunakan harus memenuhi syarat kualitas kesehatan, kualitas tersebut dapat ditinjau dari segi fisika, kimia dan biologi (Kusnaedi, 2010). Sumber air yang digunakan oleh masyarakat Desa Jambakan adalah air tanah, namun tidak semua air sumur tersebut memenuhi syarat kesehatan. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi kualitas air tanah tersebut antara lain : musim, jenis batuan, bentuklahan, dan kegiatan manusia yang dapat mempengaruhi kualitas air tanah tersebut. Beberapa warga mengeluhkan bahwa air tanah yang mereka gunakan berasa payau, hal tersebut dapat ditinjau dengan pengujian lapangan menggunakan EC meter untuk mengetahui TDS. Air dapat dikategorikan sesuai dengan nilai TDS nya, dimana air yang memiliki nilai TDS <1.000 mg/L dikategorikan dalam air tawar, 1.000-3.000 mg/L dikategorikan dalam air payau dan > 3.000 mg/L dikategorikan dalam air asin (Effendi, 2003).

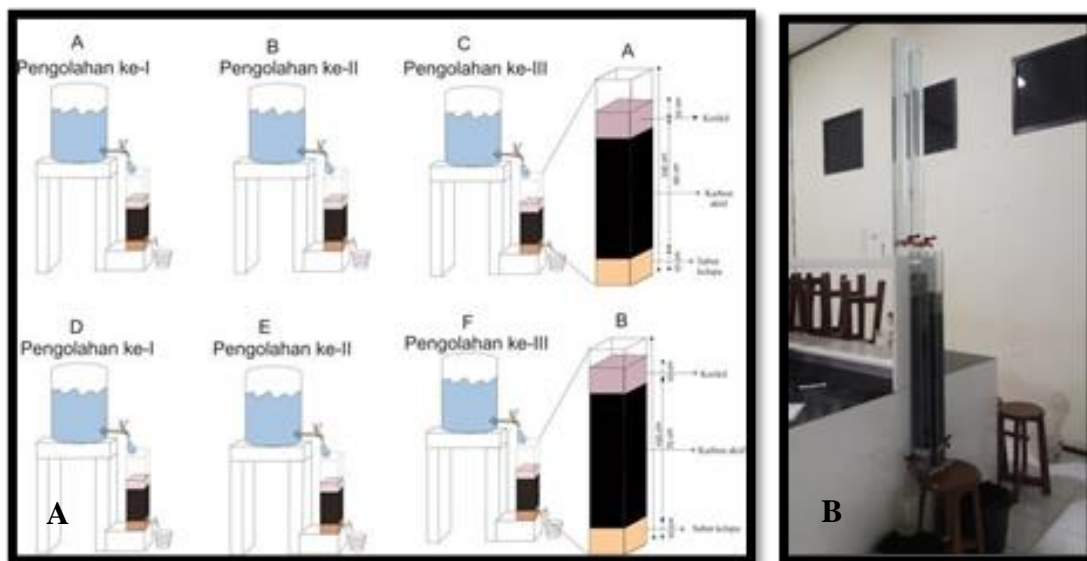
Permasalahan air tanah payau ini sangat menarik untuk dikaji lebih mendalam, yaitu dengan menganalisis kualitas air tanah yang ada di lokasi penelitian dan mempelajari cara pengolahan air tanah payau menggunakan metode adsorpsi dengan media karbon aktif. Adsorpsi merupakan peristiwa dimana terikatnya molekul dari suatu fase gas maupun larutan pada permukaan suatu padatan (Sudirjo, 2015). Salah satu media adsorpsi yang dapat digunakan adalah karbon aktif. Karbon aktif digunakan karena mampu menghilangkan warna, pengolahan limbah dan pemurnian air. Karbon aktif dapat digunakan apabila telah dilakukan aktivasi, perlakuan ini dilakukan agar memiliki permukaan yang luas sehingga mempunyai daya serap kontaminan yang sangat tinggi. Luas permukaan karbon aktif dapat mencapai 300- 5000 m²/gram dan ini berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan karbon aktif memiliki sifat sebagai adsorben (Awalludin, 2007).

METODE

Penelitian ini dilakukan di Desa Jambakan , Kecamatan Bayat, Klaten untuk melihat efektivitas dari alat sistem pengolahan air bersih. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah survey dan pemetaan di lapangan, metode dan analisis laboratorium. Metode survey dan pemetaan di lapangan dilakukan untuk mendapatkan data primer, pekerjaan lapangan ini dilakukan pengukuran sifat fisik air tanah di lapangan dengan menggunakan EC meter untuk melihat nilai TDS dan DHL. Parameter lain akan diuji di laboratorium terakreditasi adalah salinitas, klorida, sulfat dan natrium untuk parameter kimia.

Metode selanjutnya adalah metode analisis laboratorium, pengolahan air tanah payau pada daerah penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan UPN Veteran Yogyakarta. Desain percobaan menggunakan kolom percobaan berbahan kaca berukuran 4 cm x 4 cm dengan sistem pengolahan kontinyu atau *fixed bed* (Gambar 1). Material yang digunakan berupa kerikil 1- 2cm, adsorben karbon aktif granular 0,3 cm dan kapas filter. Percobaan pengolahan ini membutuhkan air sejumlah 4,5 L untuk tiga kali pengulangan dalam waktu kontak 30 menit,

pengulangan ini bertujuan untuk mengetahui waktu yang terbaik dalam pengolahan. Pada waktu 30 menit tersebut didapatkan nilai HLR (*Hydraulic Loading Rate*) yaitu 1,2 m/jam.



Gambar 1. (a) Desain Percobaan Metode *Fixed Bed*; (b) Desain Percobaan Telah jadi
Sumber : Penulis (2019)

Air tanah yang dilakukan pengolahan akan dicek nilai TDS dan DHL nya menggunakan EC meter agar dapat diketahui secara langsung hasilnya, kemudian parameter lainnya akan diuji pada laboratorium terakreditasi. Selanjutnya adalah metode matematis yaitu metode yang digunakan untuk mengetahui efektivitas penurunan konsentrasi setelah dilakukan pengolahan air tanah payau menggunakan karbon aktif dengan sistem kontinyu. Berikut adalah rumus yang digunakan untuk mengetahui efektivitas penggunaan karbon aktif dalam menurunkan konsentrasi ion-ion pada air payau (Persamaan 1).

$$\text{Efektivitas} = \frac{\text{kandungan awal} - \text{kandungan akhir}}{\text{kandungan awal}} \times 100\% \quad (1)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kualitas Air Tanah di Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Jambakan Kecamatan Bayat, Klaten pada bulan Desember, 2017. Sampel yang di ambil sebanyak 6 titik sampel. Pengujian sampel yaitu dengan cara fisik dan kimia, adapun parameter yang diuji adalah TDS,DHL, klorida, natrium, sulfat dan salinitas. Sampel yang diuji secara langsung dilapangan adalah TDS dan DHL parameter lainnya seperti salinitas, klorida dan natrium, didapatkan dari hasil pengujian di BPTKLPP Yogyakarta. Berikut ini adalah tabel hasil pengujian kualitas air sebelum dilakukan pengolahan.

Tabel 1. Data Hasil Uji Laboratorium Air Tanah di Desa Jambakan

Parameter	Satuan	Hasil Analisa Beberapa Sampel						Baku Mutu
		K1	K2	K3	K4	K5	K6	
TDS	mg/L	1.012	1.978	816	474	516	294	1000*
DHL	$\mu\text{S/cm}$	2.170	3.956	1.634	948	1.032	598	1500*
Cl	mg/L	183.6	549,8	61,8	32,5	56,5	5	250**
Na	mg/L	288	219	175	76	135	35	200*
Salinitas	‰	1	1,77	1,06	0,3	0,5	0,3	0,5**
Sulfat	mg/L	1.891	648	299	33	119	17	400*

Sumber: Pengambilan sampel di lokasi penelitian oleh penulis pada bulan Agustus 2018

Keterangan: Melebihi baku mutu

*Kepmenkes No. 32 Tahun 2017 tentang kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan higiene sanitasi, kolam renang, *solus per aqua* dan pemandian umum

** Baku mutu menurut Suharyadi, 1984

Pada **Tabel 1.** Menunjukkan bahwa terdapat tiga sampel yang melebihi baku mutu dan perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum digunakan untuk keperluan sehari-hari. TDS atau ion terlarut terdiri atas zat organik, garam anorganik, dan gas terlarut. Air yang mengandung TDS tinggi, sangat tidak baik untuk kesehatan manusia, karena mineral air tidak dapat hilang dengan cara direbus. Bila terlalu banyak mineral didalam tubuh dan tidak dikeluarkan maka akan mengendap didalam tubuh yang berakibat tersumbatnya jaringan pada tubuh (Nugroho dan Puwroto, 2013). Konsentrasi yang diperbolehkan untuk dikonsumsi adalah batas maksimalnya menurut Kepmenkes No. 32 Tahun 2017 adalah 1000 mg/L.

DHL atau Daya hantar listrik adalah sifat air untuk menghantarkan listrik. Air yang banyak mengandung garam akan mempunyai harga daya hantar listrik yang tinggi. Harga DHL tergantung pada suhu, tipe dan konsentrasi ion terlarut (Mathes, 1982). DHL berbanding lurus dengan TDS, sehingga apabila nilai TDS tinggi maka nilai DHL akan tinggi pula. Pada air batas maksimal untuk kategori air payau adalah 1500 $\mu\text{S/cm}$ (Suharyadi, 1984). Klorida adalah ion yang terbentuk dari unsur klor yang mendapatkan satu elektron yang bermuatan negatif (-). Dalam jumlah banyak klorida berdampak pada lingkungan yaitu menimbulkan perkaratan atau dekomposisi pada logam karena sifatnya korosif. Konsentrasi 150 mg/l unsur klorida dalam air merupakan batas maksimal konsentrasi yang dapat mengakibatkan timbulnya rasa asin dan dapat merusak pipa-pipa air, dalam jumlah kecil dibutuhkan untuk disinfeksi (Stuyfzand 1986 dalam Langgeng 2001). Senyawa natrium merupakan senyawa yang mudah larut, hal tersebut merupakan salah satu penyebab konsentrasi natrium didalam air laut sangat tinggi, natrium sangat mudah berasosiasi dengan klorida, sehingga membentuk senyawa NaCl yang merupakan senyawa utama yang terdapat di air laut (Bahargiati dan Sutedjo, 2008). Selain natrium dan klorida, senyawa yang mudah berasosiasi di adalah sulfat. Sulfat banyak ditemukan pada sedimen laut maupun endapan evaporit terrestrial. Sulfat juga banyak ditemukan pada batuan sedimen. Salinitas merupakan banyaknya garam terlarut pada air, air yang memiliki

salinitas yang tinggi dapat mendatangkan kerugian, baik kesehatan, di bidang pertanian, dan peralatan rumah tangga. Sehingga salinitas yang baik tidak lebih dari 0,5‰ (Noviana dkk, 2017).

B. Efektivitas Pengolahan Air Tanah Payau dengan Metode *Fixed Bed*

Sampel yang diambil adalah air pada sumur K2 dikarenakan konsentrasinya yang sangat tinggi. Total sampel yang diambil pada sumur K2 sebanyak 9 sampel. 1 sampel air pretest, 6 sampel air yang sudah melewati pengolahan, 3 sampel yang melewati filter karbon 60 cm dan 3 sampel yang telah melewati filter karbon 70 cm. Hasil percobaan pengolahan air tanah payau sebagai sumber air bersih akan disajikan dengan tabel dan grafik selanjutnya akan dibandingkan dengan perbedaan variasi ketebalan karbon aktif efektivitas penurunan yang paling tinggi.

Tabel 2. Hasil Pengolahan Air Tanah Payau Ketebalan Karbon Aktif 60 cm

No	Parameter	Satuan	Hasil Sebelum Pengolahan	Hasil Sesudah Pengolahan			Baku Mutu	Efektivitas (%)		
				Menit ke-1	Menit ke-2	Menit ke-3		Menit ke-1	Menit ke-2	Menit ke-3
1	TDS	mg/L	1.978	1.538	1.886	1.990	1000*	22,224	4,651	-0,61
2	DHL	µS/cm	3.956	3.077	3.684	3.981	1500**	22,21	6,88	-0,63
3	Cl	mg/L	549,8	499,9	524,8	534,8	250**	9,996	4,547	2,728
4	Na	mg/L	219	227	246	403	200*	-7,854	-12,329	-84,018
5	Salinitas	‰	1,77	1,61	1,69	1,71	0,5**	9,548	4,520	3,389
6	Sulfat	mg/L	648	549	561	631	400*	15,216	13,425	2,623

Sumber : *Kepmenkes no. 32 Tahun 2017 tentang kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan higiene sanitasi, kolam renang, *solus per aqua* dan pemandian umum

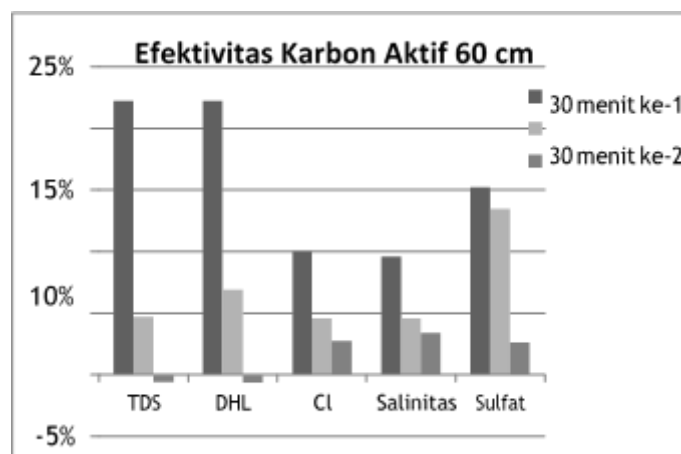
** Baku mutu menurut Suharyadi, 1984

Tabel 3. Hasil Pengolahan Air Tanah Payau Ketebalan Karbon Aktif 70 cm

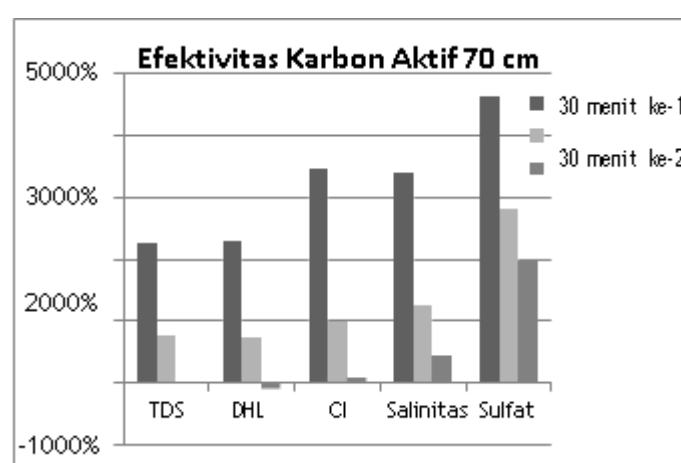
No	Parameter	Satuan	Hasil Sebelum Pengolahan	Hasil Sesudah Pengolahan			Baku Mutu	Efektivitas (%)		
				Menit ke-1	Menit ke-2	Menit ke-3		Menit ke-1	Menit ke-2	Menit ke-3
1	TDS	mg/L	1.978	1.528	1.828	1.995	1000*	22,75	7,58	-0,86
2	DHL	µS/cm	3.956	3.051	3.657	3.990	1500**	22,88	7,56	-0,86
3	Cl	mg/L	549,8	359,9	494,8	554,8	250**	34,54	9,985	0,91
4	Na	mg/L	219	351	499	516	200*	-60,274	-127,854	135,616
5	Salinitas	‰	1,77	1,117	1,55	1,69	0,5**	33,898	12,429	4,519
6	Sulfat	mg/L	648	348	466	520	400*	46,296	28,086	19,753

Sumber : *Kepmenkes No. 32 Tahun 2017 tentang kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan higiene sanitasi, kolam renang, *solus per aqua* dan pemandian umum

** Baku mutu menurut Suharyadi, 1984



Gambar 2. Grafik Efektivitas Karbon Aktif 60 cm



Gambar 3. Grafik Efektivitas Karbon Aktif 70 cm

Data hasil pengolahan parameter TDS menggunakan karbon aktif ketebalan 60 cm dan 70 cm, masing-masing mengalami penurunan dibandingkan dengan kadar TDS yang belum dilakukan pengolahan. Penurunan kadar TDS paling tinggi dihasilkan dari pengolahan dengan ketebalan karbon aktif 70 cm dimana mampu menurunkan kadar TDS hingga 22,75 % dengan konsentrasi menjadi 1.528 mg/L, sedangkan pada ketebalan 60 cm menurunkan TDS hingga 22,224 % yaitu konsentrasi menjadi 1.538 mg/L. Konsentrasi yang ke-2 adalah DHL, **Gambar 3.** menunjukkan bahwa terjadi penurunan kadar DHL setelah melewati kolom adsorpsi karbon aktif baik pada ketebalan 60 cm dan 70 cm, namun nilai penurunan yang tinggi hingga 22,88% terjadi pada ketebalan 70 cm, sedangkan pada ketebalan 60 cm dengan angka 22,21%.

Konsentrasi ke-3 adalah klorida, salah satu ion penyebab rasa payau pada air. Penurunan klorida pada ketebalan 70 mencapai angka 34,54% sedangkan pada ketebalan 60 cm hanya mencapai 9,996%. Konsentrasi ke-4 adalah Sulfat, konsentrasi yang mengalami penurunan yang paling tinggi dibandingkan konsentrasi lainnya yaitu mencapai angka 46,296% sedangkan pada ketebalan 60 cm sangat kecil mengalami penurunan hanya 15,216%. Konsentrasi ke-5 adalah salinitas, penurunan salinitas paling tinggi pada ketebalan 70 mencapai angka 33, 898% sedangkan pada ketebalan 60 cm hanya 9, 548%. Pada konsentrasi natrium tidak terjadi

penurunan konsentrasi baik karbon aktif ketebalan 60 cm maupun 70 cm. Konsentrasi natrium semakin meningkat pada menit 30 berikutnya. Sifat natrium yang mudah larut dalam air bisa menjadi salah satu faktor pemicu tidak teradsorbsiny pada media karbon aktif (Bahagiarti dan Sutedjo, 2008).

Semua parameter uji diketahui bahwa penggunaan adsorben karbon aktif dapat menurunkan kontaminan, namun walaupun dapat menurunkan konsentrasi hasil pengolahan air tanah payau belum ada yang sesuai dengan baku mutu Permenkes No.32 Tahun 2017. Penggunaan karbon aktif dalam upaya penurunan air tanah payau maksimal, perlu adanya variasi media adsorpsi, seperti pada penelitian oleh Nugroho dan Wahyu, 2013 menggunakan adsorpsi campuran zeolit dan karbon aktif dimana didapatkan hasil penurunan konsentrasi klorida hingga 67 % dengan perbandingan komposisi 75% zeolite dan 25% karbon aktif.

C. Efektivitas Pengolahan Air Tanah Payau dengan Metode *Fixed Bed*

Perancangan dengan skala rumah tangga ini dibuat bertujuan agar warga Desa Jambakan yang memiliki sumur berasa payau dapat menggunakan alat perancangan ini untuk kebutuhan sehari-hari. Perancangan ini dibuat dengan prinsip yang sama dengan tipe *fixed-bed* kontinyu pada skala laboratorium. Berikut desain dan tabel kebutuhan yang akan digunakan untuk perancangan kolom adsorpsi. Lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 8.** dan **Tabel 2.**



Gambar 2. Rancangan Percobaan Pengolahan Air Tanah Payau Skala Rumah Tangga

Tabel 4. Spesifikasi Alat Pengolahan Skala Rumah Tangga

Spesifikasi	Ukuran	Biaya
Penampung Air Pra Treatment		
Tandon Air	200 Liter	Rp 200.000,-
▪ Pipa Penyalur		
Diameter Pipa	3/4" (20mm)	Rp 25.000,-/3 meter
Panjang Pipa	3 meter	
Stop Kran	3/4 inch	Rp 20.000,-
Sambungan L	3/4"	Rp 6.000,- /2 buah
Sistem Filter (Karbon Aktif) :		
Bahan	Pipa PVC 10 inch	
Tinggi	1 meter	Rp 125.000,-
Diameter	10 Inch	
Kran Air	3/4"	Rp 25.000,-
Media Layer :		
▪ Ukuran Kerikil	1-2 cm	-
Ketebalan layer	10 cm	
▪ Karbon Aktif	0,3 cm	Rp 350.000,-/25kg
Ketebalan layer	70 cm	
▪ Sabut Kelapa	10 cm	-
Ketebalan Layer		
Penampung Air Pasca Treatment	70 x70 cm	-
Bak Semen		
▪ Total Biaya		Rp. 751.000,-

Bahan yang digunakan yaitu menggunakan drum plastik berukuran 200 liter. Pemilihan drum kapasitas 200 liter dilihat dari hasil wawancara warga yang air sumur mereka berasa payau. Setiap harinya rata-rata menggunakan air untuk keperluan sehari-hari 50 liter/orang/hari dan setiap satu kepala keluarga terdapat 2-3 orang sehingga penggunaannya kurang lebih 150 liter/hari. Penggunaan drum berbahan plastik juga dengan pertimbangan selain harga yang cukup ekonomis juga agar tidak mudah berkarat dan mudah dalam perawatannya. Penggunaan stop kran juga berfungsi untuk mengatur besar kecilnya aliran air yang akan masuk dalam filter. Material dan dimensi pengolahan air tanah yang dibuat dalam skala rumah tangga adalah hasil konfigurasi yang digunakan pada skala pengolahan di laboratorium.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang pengolahan air tanah payau kualitas air sumur yang diatas baku mutu terdapat pada sumur K1, K2 dan K3. Semua parameter setelah dilakukan perlakuan dengan media karbon aktif ketebalan 60 cm dan 70 cm dapat mengalami penurunan, kecuali pada parameter natrium. Efektivitas dengan penurunan terbesar pada ketebalan 70 cm pada konsentrasi sulfat dengan nilai 46,296%.

DAFTAR PUSTAKA

Awalludin, N.(2003). *Teknologi Pegolahan Air Tanah sebagai Sumber Air Minum pada Skala Rumah Tangga*. Yogyakarta: LEM- FTSP UII

- Bahagiarti Sari dan Sutedjo Bambang. (2008). *Proses- proses Hidrogeologi*. Yogyakarta: Wima Press UPN ‘Veteran’ Yogyakarta.
- Effendi.(2003). *Telaah Kualitas Air*. Yogyakarta : Penerbit Kanisius.
- Langgeng Wahyu. (2001). *Hidrostratigrafi dan Hidrokimia Air Tanah di Sekitar Rowo Jombor Kecamatan Bayat – Klaten*. Jurnal Geografis Indonesia.
- Noviana, dkk. (2017). *Pengaruh Penggunaan Karbon Aktif Ampas Tebu terhadap Penurunan Salinitas pada Sumur Gali Kelurahan Tanjung Unggat Kota Tanjungpinang*. Poltekes Tanjungpinang
- Nugroho, Wahyu dan Purwoto, Setyo.(2013). *Removal Klorida, TDS dan Besi pada Air Payau Melalui Filtrasi Campuran Zeolit Aktif dengan Karbon Aktif*. Surabaya: Jurnal Teknik
- Sudirjo, E.(2005). *Penentuan Distribusi Benzene Toluena pada Kolom Adsorpsi Fixed Bed Karbon Aktif*. Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Suharyadi. (1984). *Geohidrologi*. Yogyakarta : Fakultas Teknik Univesrsitas Gajah Mada