

Rancang Bangun Alat Penjernih Air Berbasis Masyarakat Pedesaan dengan Konsep Rucef (*Re Use, Cheap, Easy And Flexible*)

Water Purification Equipment Design Based On The Rural Communities With Concept Rucef (Re Use, Cheap, Easy And Flexible)

Iskandar Zulkarnain, Ismadi Raharjo dan Kelik Istanto

Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Lampung

Jl. Soekarno-Hatta No.10, Rajabasa, Bandar Lampung, 35144 (Tel. 0721-703995)

Emai : iskandar160575@polinela.ac.id

ABSTRACT

These the water purification tools are designed based on household needs that carrying the concept RUCERP (Re Use, Cheap, Easy and Flexible). The purpose of this research were: 1). Designing a simple water purification technology which is inexpensive, and easy to applied for rural communities in terms of producing clean water; 2). Determining the values changes of physical parameter which includes the TDS values, turbidity values and pH value, 3). Determining the value changes of bacteriological parameter such as content of Ecoli bacteria in water and total number of colieform. Based on the research, an average outlet discharge that produces water with clean visual quality is 1.964 liters/hour with a contact time of 1 hour 8 minutes. The measurement of TDS parameters showed that results for 6 hours, average of the TDS value is 154.33 ppm which is increased on average 17.81% from the initial TDS value 131 ppm. The result of turbidity measurements showed that for 6 hours, average turbidity value is 8.388 NTU which is improved on average 87.60% from the initial turbidity value about 67.67 NTU. The measurement of pH paramater showed the results that for 6 hours, average of pH is 7.85 which decreased from the initial pH of the raw water at 8.24. While the average temperature of the water from filtration is still relatively the same as the raw water is 27.18°C. The measurement of the E-Colie bacteria contents in samples of raw water and water filtration showed negative results for E-Colie bacteria contents, but the total of coliforms decreased from 14 mpn to 9.2 mpn or decreased about 34.286%.

Keywords: technology, water purification, rural clean water

Naskah ini diterima pada tanggal 17 Oktober 2013, direvisi pada tanggal 30 Oktober 2013 dan disetujui untuk diterbitkan pada tanggal 16 Desember 2013

PENDAHULUAN

Air merupakan merupakan sumberdaya alam yang melimpah dan hampir semua aktifitas manusia memerlukan air (Saparuddin, 2010). Secara umum, dari total luas permukaan bumi sebesar $510.1 \times 10^6 \text{ km}^2$, air mengisi 70,82% bagian luas permukaan atau sekitar $361,3 \times 10^6 \text{ km}^2$. Total volume air secara keseluruhan mencapai $1.386.985.000 \text{ km}^3$, dengan rincian air asin sebesar $1.350.955.400 \text{ km}^3$ (97,47%), air tawar sebesar $35.029.000 \text{ km}^3$ (2,53%). Dari jumlah total air

tawar tersebut, sebagian berupa gumpalan es dan glesier yang terperangkap di daerah kutub ($24.364.100 \text{ km}^3$), berupa air tanah ($10.530.000 \text{ km}^3$), berupa sungai, danau, dan waduk (93.120 km^3) dan berupa uap air sebesar 41.990 km^3 (Akhirudin dan Suharjo, 2007). Berdasarkan data diatas, ternyata hanya kurang dari 1% saja jumlah air tawar baik dalam bentuk air tanah dan air permukaan yang terkatagori bersih dan dapat dimanfaatkan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya sehari-hari.

Air bersih adalah salah air yang bermutu baik, aman dikonsumsi dan tidak menyebabkan penyakit serta harus memenuhi persyaratan secara fisik, kimiawi dan mikrobiologi (Ristiana dkk, 2009).

Ditinjau dari parameter fisik, air bersih yang ideal harus mempunyai karakteristik seperti jernih, tidak berwarna, tidak berasa, tidak berbau dan bertemperatur ruang (Pandia.S., Husin. A., 2007). Secara kimiawi, air bersih tidak boleh mengandung partikel terlarut serta logam berat (misalnya Hg, Ni, Pb, Zn, dan Ag) dalam jumlah tinggi, sedangkan dari aspek mikrobiologi, air bersih yang dapat dikonsumsi harus bebas dari cemaran virus dan bakteri patogen didalamnya. Keberadaan bakteri coliform menunjukkan kualitas air. Makin tinggi tingkat kontaminasi bakteri coliform, makin tinggi pula risiko kehadiran bakteri patogen.

Direktorat Perumahan dan Permukiman pada tahun 2011 menyatakan bahwa hanya sekitar 45% saja rumah tangga yang memiliki akses terhadap air bersih, dan nilai prosentase ini semakin mengecil jika cakupannya adalah wilayah pedesaan.

Untuk meningkatkan akses masyarakat pedesaan dalam hal penyediaan air bersih, maka dilakukannya penelitian yang menghasilkan suatu teknologi praktis dalam menjernihkan air. Konsep "*Re Use, Cheap, Easy and Flexible*", adalah sebuah gagasan yang akan menarik perhatian masyarakat pedesaan dalam bentuk teknologi apapun, termasuk juga jika diterapkan dalam hal teknologi penjernihan air.

Secara umum teknologi penjernih air sederhana yang sudah diperkenalkan sebelumnya, mengusung konsep penyusunan material penyaring yang ditempatkan dalam satu wadah secara berurutan (layer per layer), sehingga ketika terjadi penyumbatan dan proses pencucian material penyaring harus dilakukan, maka kegiatan pencucian ini harus dilakukan dengan membongkar semua material penyaringnya yang terletak dalam wadah yang sama tersebut. Selain itu material filter yang disusun dalam wadah dibiarkan terbuka untuk kontak langsung dengan air baku yang akan disaring, sehingga pengendapan material terlarut menjadi lebih besar yang akibatnya akan membuat media filter cepat tersumbat dan pencucian media filter ini harus lebih sering dilakukan.

Melihat hal tersebut diatas, maka perlu diupayakan untuk menghasilkan sebuah konsep rancang bangun teknologi sederhana penjernih air yang berpegang pada konsep "*Re Use, Cheap, Easy and Flexible*" dengan menggunakan wadah dari bahan bekas, kemudian memberikan perlakuan pemisahan masing-masing media penyaringnya dengan wadah yang terpisah-pisah.

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Merancang sebuah teknologi penjernihan air sederhana yang murah, mudah diaplikasikan, tidak merepotkan perawatannya, berbasis masyarakat pedesaan dalam hal memproduksi air bersih.
2. Mengetahui besarnya perubahan nilai parameter fisika dan kimiawi antara air baku dan air filtrasi yang meliputi nilai TDS, nilai tingkat kekeruhan, dan nilai pH air.
3. Mengetahui besarnya perubahan nilai parameter bakteriologis antara air baku dan air filtrasi yang meliputi nilai kandungan koliform dalam air.

METODE PENELITIAN

Kegiatan rancang bangun berorientasi pada sebuah rancang pretest-posttest dengan melakukan pengukuran parameter yang akan diamati pada sample air baku sebelum dilakukan filtrasi dan sesudah dilakukannya treatment filtrasi dengan beberapa ketebalan lapisan filtrasi.

Alat dan bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

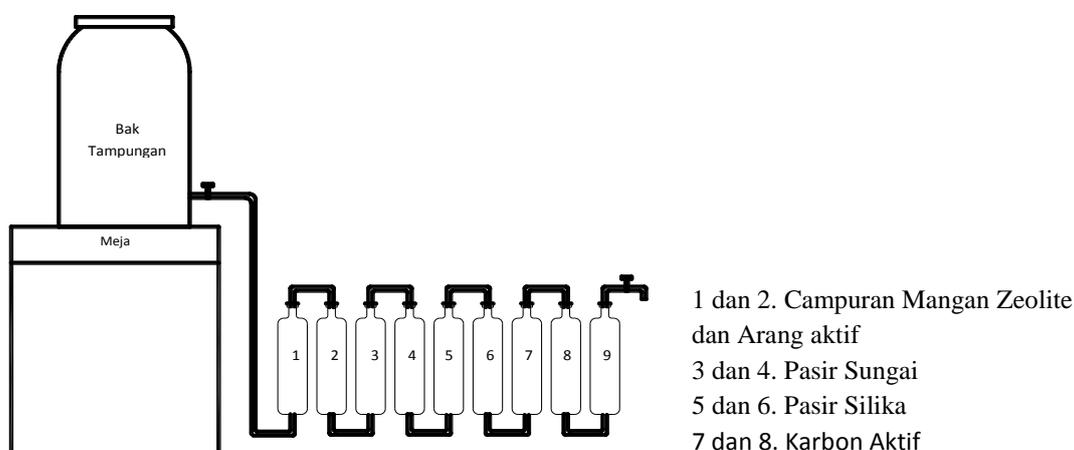
- **Air Baku** berasal dari air sungai atau air hasil tampungan hujan.
- **Drum plastik** kapasitas 60 lt, Botol bekas dengan ketinggian 30 cm
- **Kapas/spon/kapas dakron**, yang berfungsi sebagai penyaring awal pada proses filtrasi
- **Pasir/Pasir Silika** sebagai ujung tombak pengolahan air Droste (1997). Pasir berfungsi sebagai penyaring partikel-partikel halus yang masih terdapat dalam air yang tidak terendapkan pada bak sedimentasi dan juga dapat menyaring bakteri atau mikroorganisme yang terdapat dalam air.
- **Arang aktif** batok kelapa yang berfungsi menyerap zat terlarut dalam air baik organik maupun anorganik yang bersifat racun (Soelidarmi dalam Anonim, 2010). penggunaan arang aktif dengan ketebalan 60cm kesadahan air berkurang sebesar 59% (Mifbakhuddin, 2010).
- **Zeolit**, yang berfungsi sebagai ion exchanger dan adsorben dalam pengolahan air (Kusnaedi, 2010). Penggunaan media zeolit dengan ketebalan 60cm akan mengurangi tingkat kesadahan air sebesar 59% (Mifbakhuddin, 2010)
- **Pompa filter akuarium** debit 19 l/menit
- **Pipa, dan konektor** siku, konektor shock drat luar dengan ukuran ½”
- Gunting dan Kunci Inggris

Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Prosedur pelaksanaan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan
- b. Menyiapkan air baku, kemudian menguji kandungan material terlarut didalamnya termasuk juga uji bakteri E.coli dan coliform.

- c. Menyiapkan wadah berupa botol plastik bekas minuman, kemudian mencucinya sampai bersih dan menghubungkan satu botol ke botol lainnya menggunakan konektor.
- d. Mencuci semua media filter sampai bersih kemudian merrebusnya dengan air sampai mendidih untuk mendisfektan material filtrasi dari kuman atau bakteri.
- e. Mengisi semua botol plastik bekas dengan material inti penyaring, masing-masing adalah 2 botol diisi dengan material campuran zeolite dan karbon aktif, 2 botol diisi dengan material pasir sungai, 2 botol diisi dengan pasir silika dan 2 botol lainnya diisi dengan arang aktif.
- f. Menyusun masing-masing inti penyaring seperti pada gambar 1.
- g. Menyiapkan 1 buah drum penampung air baku yang dihubungkan ke media botol filtrasi dengan pipa ½ inch yang terlebih dahulu pipa diisi dengan kapas dakron setinggi 45 cm.
- h. Menampung air hasil penyaringan akhir pada sebuah ember.
- i. Melakukan uji fisik, uji kimia dan uji bakteriologi terhadap air hasil akhir penyaringan. Uji fisik dilakukan dengan pengamatan visual yang meliputi warna, bau dan rasa. Selain itu uji fisik juga dilakukan dengan mengukur kandungan material terlarut didalam air (TDS), nilai tingkat kekeruhan, pH dan suhu. Uji kimiawi yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian ini hanya dibatasi pada uji kandungan logam besi (Fe). Sedangkan Uji bakteriologi yang dilakukan adalah uji keberadaan bakteri E.coli dan total coliform.



Gambar 1. Susunan Media Penyaring Tunggal

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan Awal Model

Rancangan awal model dibuat tersusun dari housing atau wadah yang menggunakan botol bekas minuman cola yang mempunyai ketinggian sekitar ± 30 cm yang saling terhubung dengan konektor agar air mengalir dari media filter satu ke media filter lainnya. Berdasarkan konsep

rancangan awal alat ini, direkomendasikan ketebalan masing-masing media filter sebesar 60 cm dengan susunan media filter berturut-turut sebagai berikut: “Bak Penampung → Filter Dakron Setinggi 40 cm → Filter Mangan Zeolite Setinggi 60 cm → Filter Pasir Sungai Setinggi 60 cm → Filter Pasir Silika setinggi 60 cm → Filter Arang Aktif Setinggi 60 cm.

Uji Awal Rancangan Awal

Uji awal rancangan berupa debit outlet yang mampu mengaktifkan kinerja media filtrasi sehingga menghasilkan air hasil saringan menjadi bersih. Data debit outlet diukur dengan menampung air yang keluar dan mencatat waktu yang dibutuhkan untuk sejumlah volume air yang dihasilkan. Data pengamatan debit outlet disajikan pada Table 1.

Tabel 1. Debit Outlet

No	Data Sampel	Volume Tampungan	Waktu Tampungan	Debit (l/jam)	Kualitas Air (Visual)	Visual	Waktu Kontak (menit)
1	Debit1	350 ml	5' 20"	3,937	Agak		44
		350 ml	5' 8"	4,09	Keruh		
2	Debit 2	350 ml	10' 25"	2,016	Jernih		68
		350 ml	10' 59"	1,912			
3	Debit 3	350 ml	15' 32"	1,352	Jernih		76
		350 ml	15' 38"	1,343			

(Sumber: Pengamatan Visual Rancangan Alat, 2013)

Hasil pengamatan langsung di dapat bahwa debit rencana keluaran pada outlet diatur sebesar 1,96 liter/jam ≈ 2 liter/jam dengan waktu kontak selama 68 menit.

Warna Air Baku

Pengamatan terhadap perubahan warna air dilakukan secara visual. Hasil pengamatan disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Perbedaan Warna Air Baku dan Air Hasil Proses Filtrasi

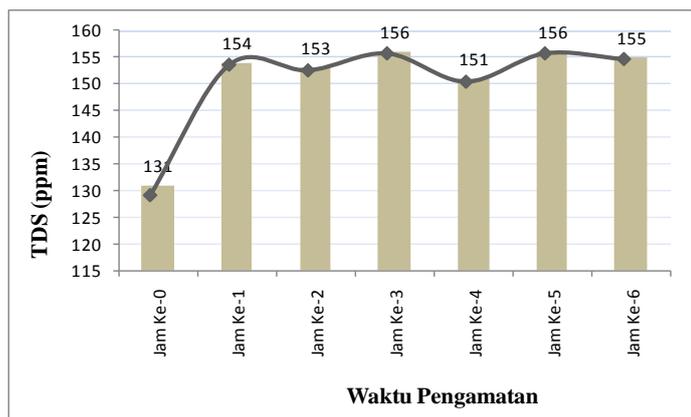
Total Dissolved Solid

Pengukuran *Total Dissolved Solid* (TDS) dilakukan dengan alat TDS meter tipe TDS-3 Digital. Data hasil pengujian nilai TDS disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 3 .

Tabel 2. Data Pengujian Nilai TDS Masing-Masing Sampel

No	Data Sampel	Jam Pengambilan Sampel	Nilai TDS (ppm)
1	Data Awal (D0)	Jam Ke-0	131
2	Data Jam Pertama	Jam Ke-1	154
3	Data Jam Kedua	Jam Ke-2	153
4	Data Jam Ketiga	Jam Ke-3	156
5	Data Jam Keempat	Jam Ke-4	151
6	Data Jam Kelima	Jam Ke-5	156
7	Data Jam Keenam	Jam Ke-6	155

(Sumber: Pengukuran Langsung Dengan TDS Meter, 2013)



Gambar 3. Grafik Hasil Pengamatan Nilai TDS
(Sumber: Pengukuran Langsung Dengan TDS Meter, 2013)

Berdasarkan tabel dan grafik diatas, nilai TDS rata-rata setelah penyaringan selama enam jam sebesar 154,33 ppm, sedangkan nilai TDS awal (air baku) sebesar 131 ppm atau mengalami

peningkatan rata-rata sebesar 17,81%. Hal ini dimungkinkan karena pengaruh penggunaan media filtrasi mangan zeolite dan arang aktif, yang mengakibatkan proses pertukaran ion.

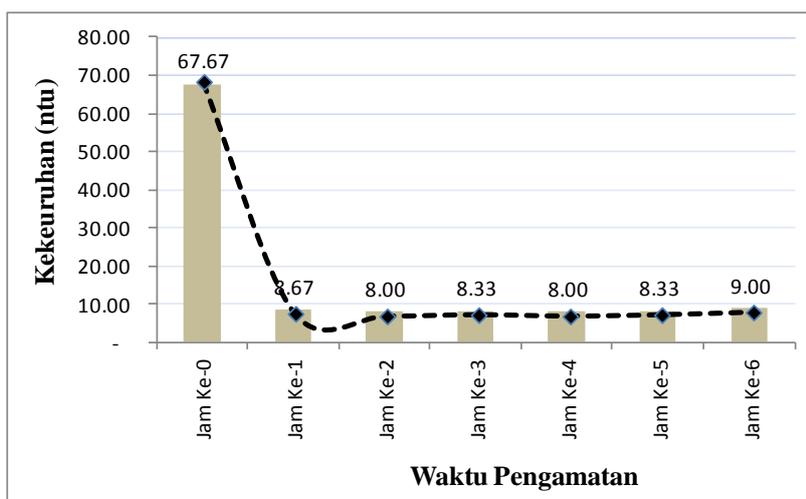
Kekeruhan (Turbidity)

Tingkat kekeruhan pada penelitian ini diukur dengan *Spektrofotometer* dengan hasil pengujian tingkat kekeruhan (*turbidity*) sampel disajikan pada Tabel 3 dan Gambar 4.

Tabel 3. Data Pengujian Tingkat Kekeruhan Masing-Masing Sampel

No	Data Sampel	Jam Pengambilan Sampel	Nilai Turbidity (ntu)			
			b1	b2	b3	Rata-Rata
1	Data Awal (D0)	Jam Ke-0	67	68	68	67,67
2	Data Jam Pertama (D1)	Jam Ke-1	8	9	9	8,67
3	Data Jam Kedua (D2)	Jam Ke-2	8	8	8	8
4	Data Jam Ketiga (D3)	Jam Ke-3	8	8	9	8,33
5	Data Jam Keempat (D4)	Jam Ke-4	8	8	8	8
6	Data Jam Kelima (D5)	Jam Ke-5	9	8	8	8,33
7	Data Jam Keenam (D6)	Jam Ke-6	9	9	9	9

(Sumber: Pengukuran Langsung dengan Spektrofotometer, 2013)



Gambar 4. Grafik Tingkat Kekeruhan Air Baku dan Air Setelah Di Filtrasi (Sumber: Pengukuran Langsung dengan Spektrofotometer, 2013)

Berdasarkan tabel dan grafik diatas, dapat dilihat bahwa tingkat kekeruhan air setelah disaring selama 6 jam mengalami perbaikan kualitas sebesar 87,6% dari nilai rata-rata kekeruhan awal sebesar 67,67 NTU menjadi 8,338 NTU.

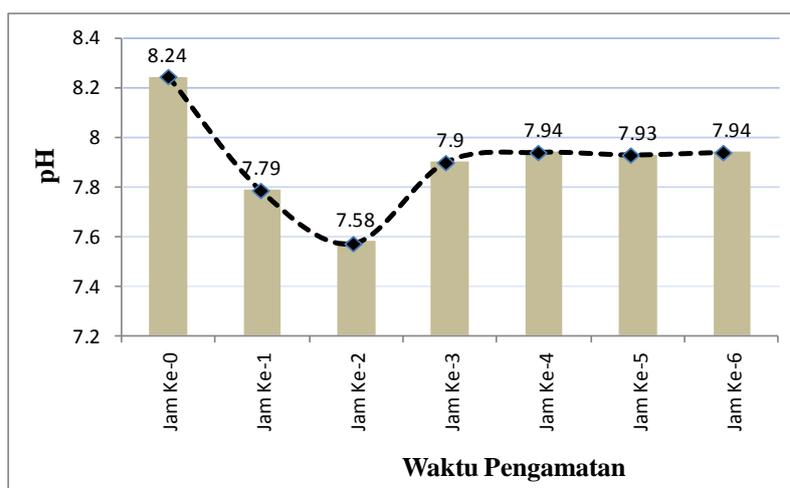
pH (Derajat Keasaman)

pH merupakan parameter untuk menyatakan suatu keasaman air. Hasil penelitian terhadap data pH air yang diukur untuk sampe air baku (D0) sampai air hasil penyaringan setelah jam keenam (D6) disajikan pada Tabel 4 dan Gambar 5.

Tabel 4. Data Pengukuran pH Masing Sampel

No	Data Sampel	Jam Pengambilan Sampel	Nilai pH
1	Data Awal (D0)	Jam Ke-0	8,24
2	Data Jam Pertama	Jam Ke-1	7,79
3	Data Jam Kedua	Jam Ke-2	7,58
4	Data Jam Ketiga	Jam Ke-3	7,90
5	Data Jam Keempat	Jam Ke-4	7,94
6	Data Jam Kelima	Jam Ke-5	7,93
7	Data Jam Keenam	Jam Ke-6	7,94

(Sumber: Pengukuran Langsung dengan Spektrofotometer, 2013)



Gambar 5. Grafik Hasil Pengamatan Nilai pH
(Sumber: Pengukuran Langsung dengan pH, 2013)

Suhu

Suhu yang tinggi menyebabkan menurunnya kadar O₂ dalam air, kenaikan suhu juga dapat menguraikan derajat kelarutan mineral sehingga kelarutan Fe pada air tinggi. Adapun data suhu yang di ukur pada masing-masing sampel air hasil filtrasi dan air baku (awal) seperti yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Pengukuran Suhu Masing Sampel

No	Data Sampel	Jam Pengambilan Sampel	Suhu (°C)
1	Data Awal (D0)	Jam Ke-0	27,2
2	Data Jam Pertama	Jam Ke-1	27,3
3	Data Jam Kedua	Jam Ke-2	27,2
4	Data Jam Ketiga	Jam Ke-3	27,2
5	Data Jam Keempat	Jam Ke-4	27,1
6	Data Jam Kelima	Jam Ke-5	27,2
7	Data Jam Keenam	Jam Ke-6	27,1

(Sumber: Pengukuran Langsung dengan Spektrofotometer, 2013)

Bakteriologis

Berdasarkan hasil uji keberadaan bakteri E-collie yang dilakukan di Laboratorium Teknologi Pangan Politeknik Negeri Lampung, didapat kesimpulan bahwa sumber air baku yang digunakan tidak mengandung bakteri E-colie, namun nilai colieform menunjukkan angka sebesar 14 mpn. Setelah dilakukan filtrasi selama 6 jam dengan alat yang dirancang, kandungan bakteri E-colie negatif dan terjadi penurunan nilai Coli Form menjadi 9,2 mpn atau sebesar 34,286%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Konsep rancang bangun alat penjernih air dengan susunan media filtrasi berupa 45 cm kapas dakron, 60 cm campuran mangan zeolite dan karbon aktif, 60 cm pasir sungai, 60 cm pasir silica dan 60 cm karbon aktif mampu menjernihkan air secara visual.
- b. Air hasil filtrasi selama enam jam menunjukkan nilai parameter-parameter fisik sebagai berikut : nilai TDS rata-rata meningkat 17,81% dari TDS air baku sebesar 131 ppm menjadi 154,333 ppm. Parameter kekeruhan menjadi lebih baik dari sebelumnya sebesar 67,67 ntu menjadi 8,388 ntu. Parameter pH air juga mengalami perbaikan menjadi 7,85 dari 8,24.
- c. Pengujian keberadaan bakteri E-Colie pada air baku dan air hasil filtrasi menunjukkan nilai yang negatif bakteri E-colie, sedangkan kandungan coliform didalam air berkurang dari 14 mpn menjadi 9,2 mpn atau sekitar 34,3% setelah filtrasi berlangsung selama 6 jam.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, beberapa hal yang disarankan untuk dilakukan lebih lanjut adalah:

- a. Diperlukan uji performa alat rancang bangun terhadap berbagai jenis kualitas air baku yang mempunyai karakteristik yang berbeda.
- b. Perlu dilakukan modifikasi terhadap alat hasil kegiatan rancang bangun, sehingga dapat menghasilkan kualitas air bersih yang cukup *significant* dari sisi debit. Modifikasi yang disarankan terutama dengan mengkombinasikan alat filtrasi dengan metode koagulasi dan flokulasi. Dalam hal kaogulasi, patut di coba penggunaan bahan kaogulan alami seperti biji kelor atau potongan kecil-kecil kulit pisang sebagai media filtrasi.

DAFTAR PUSTAKA

Akhirudin, H.N., Suharjo. 2007., "Pengaruh Massa dan Ukuran Biji Kelor pada Proses Penjernihan Air", Jurnal Penelitian Sains & Teknologi, Vol. 8, No. 2, 2007: 144 - 154

Anonim, 2010. "Progresif Book - Membuat Alat Penjernih Air Bebas Penyakit., Yogyakarta., <http://soebrontokollek.blogspot.com>.

Droste, Ronald L., 1997., "Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment"., John Willey and Sons Inc., USA.

Kusnaedi., 2010., "Mengolah Air Kotor untuk Air Minum"., Jakarta., Penebar Swadaya.

Mifbakhuddin., 2010., "Pengaruh Ketebalan Karbon Aktif Sebagai Media Filter Terhadap Penurunan Kesadahan Air Sumur Artetis"., Jurnal Eksplanasi Volume 5 Nomor 2 Edisi Oktober 2010.

Pandia.S., Husin. A., 2007. " Pengaruh Massa dan Ukuran Biji Kelor pada Proses Penjernihan Air" Jurnal Teknologi Proses 4(2) Juli 2005 : 26 – 33.

Ristiana, N., Astuti, D., Kurniawan, P.T., 2009. "Keefektifan Ketebalan Kombinasi Zeolit Dengan Arang Aktif Dalam Menurunkan Kadar Kesadahan Air Sumur Di Karang Tengah Weru Kabupaten Sukoharjo" Jurnal Kesehatan, ISSN 1979-7621, VOL. 2, NO. 1, JUNI 2009 Hal 91-102

Saparuddin. 2010. "Pemanfaatan Air Tanah Dangkal Sebagai Sumber Air Bersih Di Kampus Bumi Bahari Palu" Jurnal SMARTek, Vol. 8, No. 2, Mei 2010: 143 - 152