

**ANALISIS PENURUNAN KADAR Fe (besi) AIR SUMUR GALI DENGAN
PROSES AERASI, FILTRASI DAN KOMBINASINYA**
*Analyze Of Fe Reduction In Nudge Well By Aeration, Filtration
And Their Combination*

NURYANTO

Bioteknologi Perikanan dan Kelautan, Budidaya Perairan, Universitas Brawijaya
✉ **Universitas Bangka Belitung, Jl. Merdeka No.04 Pangkalpinang**

Abstract

Nudge well is one of pure water supplying tools that is used by Indonesian to fulfill their needs. Disadvantage of using nudge well standard water from soil water is contain of high Fe. This research method was decreased the Fe concentration in water, using aeration process with pump, filtration with sand filter and combination. The result shown that Fe concentration rate in well water before and after, processing could reduce Fe 1,25 mg/l (29,32%), filtration 2,42 mg/l (57,04%) and their combination is 3,65 mg/l (85,83%). This research conclusion was the effective management could applying to inhabitants in diminish Fe concentration from well at Pelabuhan Pangkalbalam was the mixture between aeration processing and filtration.

Keywords : Water management, aeration, filtration, pure water

PENDAHULUAN

Air tanah yang merupakan air baku sumur gali lebih banyak penggunaannya karena lebih mudah mendapatkan dan relatif lebih aman dari pencemaran dibandingkan dengan air permukaan. Secara umum air tanah tergolong bersih dilihat dari segi mikrobiologis, namun kadar kimia air tanah tergantung dari formasi litosfir yang dilaluinya atau adanya pencemaran dari lingkungan sekitar, sehingga mineral-mineral dapat larut dan mengubah kualitas air tersebut (Said, 1999 dalam Rahayu, 2004).

Dengan demikian untuk mendapatkan air bersih yang memenuhi persyaratan kesehatan tidaklah mudah. Hal ini disebabkan air tanah sering mengandung unsur-unsur seperti Fe (Totok *et al.*, 2010). Menurut Slamet (2004) Fe atau *Ferrum* adalah logam berwarna putih keperakan, liat dan dapat dibentuk dan di alam didapat sebagai *hematite* (bijih besi). Berdasarkan Permenkes No 416/Menkes/Per/IX/1990 bahwa kadar Fe yang diperbolehkan untuk air bersih maksimal 1 mg/l, sedangkan berdasarkan Permenkes RI No 492/Menkes/Per/IV/2010 bahwa kadar Fe maksimal yang diperbolehkan untuk air minum adalah 0,3 mg/l.

Dampak dari kadar Fe yang melebihi ambang batas menyebabkan berbagai masalah. Pertama, dari segi teknis menyebabkan korosif pada jaringan perpipaan. Kedua, dari segi estetika menyebabkan air menjadi berbau, berasa dan berwarna kuning kecoklatan serta menimbulkan bercak-bercak pada

pakaian. Ketiga, dari segi kesehatan menyebabkan gangguan kesehatan yaitu bersifat toksis terhadap organ melalui gangguan secara fisiologis, misalnya kerusakan dinding usus dan berkurangnya fungsi paru-paru (Slamet, 2004). Jika kita memanfaatkan sebagai sumber air termasuk mandi, mencuci, masak dan minum maka akan terdistribusi ke bagian tubuh manusia dan sebagian akan terakumulasikan. Jika keadaan ini berlangsung terus menerus, dalam jangka waktu lama dapat mencapai jumlah yang membahayakan bagi kesehatan manusia (Supriyanto *et al.*, 2007). Untuk menghindari akibat buruk yang tidak diinginkan, maka perlu dilakukan pengolahan untuk menurunkan kadar Fe hingga batas yang diperbolehkan/ dipersyaratkan. Salah satu cara penurunan kadar besi dalam air adalah dengan aerasi dan filtrasi.

Aerasi adalah mengontakkan udara dengan air baku agar kandungan besi dalam air baku bereaksi dengan oksigen yang ada dalam udara membentuk senyawa besi yang dapat diendapkan (Said *et al.*, 1999). Filtrasi adalah suatu proses pemisahan sisa-sisa *flok* (partikel yang lebih besar) yang tidak sempat diendapkan di dalam bak pengendap dengan mengalirkan air melalui media penyaring yang *porous* (berpori) dan perlengkapan lain untuk operasional penyaringan (Departemen PU, 2005).

Air baku yang berupa air tanah biasanya mengandung Fe terlarut. Adanya oksigen yang diperoleh melalui aerasi akan beroksidasi dengan

besi terlarut yang menghasilkan *Ferric Hydroksida* dalam bentuk endapan/padatan (Depkes R.I, 2000). Pada proses pengendapan, tidak semua gumpalan kotoran dapat diendapkan semua. Butiran gumpalan kotoran dengan ukuran yang besar dan berat akan mengendap, sedangkan yang berukuran kecil dan ringan masih melayang-layang dalam air. Untuk mendapatkan air yang betul-betul jernih harus dilakukan proses filtrasi. Filtrasi dilakukan dengan mengalirkan air yang telah diendapkan kotorannya ke bak penyaring yang terdiri dari saringan pasir (Said *et al*, 1999).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penurunan kadar Fe dengan perlakuan proses aerasi, filtrasi maupun kombinasinya menggunakan pompa aerasi dan saringan pasir. Selain itu juga untuk mengetahui metode pengolahan air yang efektif untuk dapat diterapkan masyarakat di wilayah Pelabuhan Pangkalbalam

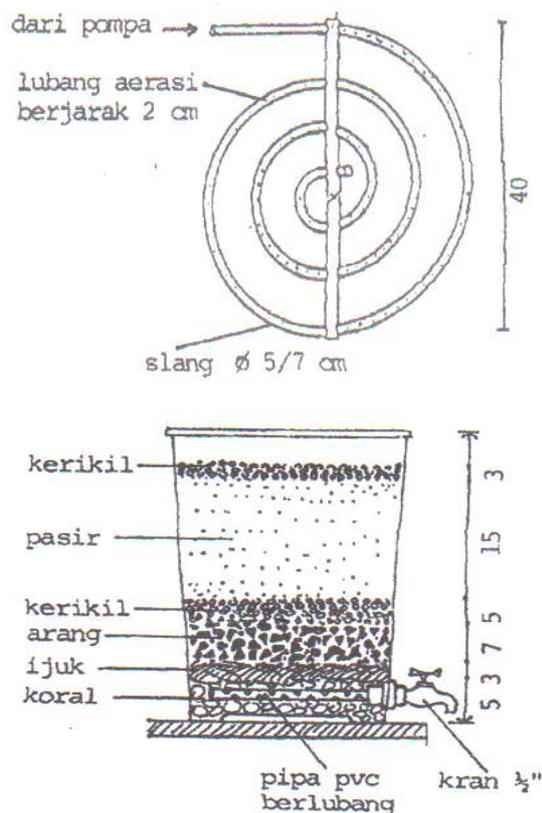
METODE

Penurunan kadar Fe pada air baku sumur gali dengan menggunakan metode aerasi, filtrasi dan kombinasinya. Perlakuan aerasi menggunakan pompa aerasi dan filtrasi dengan saringan pasir. Aerasi dilakukan dengan menampung air baku sumur gali pada bak penampungan (dengan kran bagian bawah) sebanyak 20 liter, kemudian lakukan aerasi dengan menekan pompa sebanyak 50 kali dan dibiarkan selama 45 menit. Filtrasi dilakukan dengan menampung air baku sumur gali pada bak penampungan (terdapat kran bagian bawah) sebanyak 20 liter, kemudian buka kran pada bak penampungan dengan kecepatan sedemikian rupa dan lakukan filtrasi dengan saringan pasir. Kombinasi dilakukan dengan mengabungkan kedua metode tersebut diatas, seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 1**.

Lokasi Penelitian. Penelitian ini dilakukan di wilayah Pelabuhan Pangkalbalam. Pelabuhan Pangkalbalam berada di Kelurahan Ketapang Kecamatan Pangkalbalam Kota Pangkalpinang Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Secara geografis terletak pada posisi dengan koordinat $02^{\circ}15'32''\text{LS} - 106^{\circ}71'54''\text{BT}$ dengan luas wilayah $\pm 118.339 \text{ m}^2$ dan struktur tanah gambut/rawa-rawa.

Lokasi penelitian memiliki struktur tanah gambut/rawa-rawa. Air gambut mempunyai karakteristik air permukaan/air tanah banyak terdapat di daerah pasang surut, warnanya kuning/merah kecoklatan, zat organik dan Fe yang cukup tinggi.

Secara fisik 73,6% air pada sumur gali di wilayah Pelabuhan Pangkalbalam memiliki ciri - ciri mengandung Fe di atas nilai yang diizinkan Permenkes RI No 416/Menkes/Per/IX/1990 tentang kualitas air bersih, yaitu berasa, berwarna (kuning) berbau amis, menimbulkan noda coklat pada pakaian putih dan kekuning-kuningan pada dinding sumur.



Gambar 1. Aerasi dan filtrasi dengan menggunakan pompa aerasi dan saringan pasir (Said *et al.*, 1999)

Pemeriksaan kadar Fe pada 14 unit sumur gali tersebut diperoleh rata-rata sebesar 3,30 mg/l, dengan kadar Fe terendah sebesar 1,15 mg/l dan yang tertinggi sebesar 4,25 mg/l.

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah Pelabuhan Pangkalbalam yaitu pada sumur gali yang memiliki kadar Fe yang tertinggi.

Waktu Penelitian. Penelitian dilaksanakan pada Bulan September 2011. Pada saat penelitian musim kemarau, sehingga kadar Fe pada air sumur gali yang diperiksa hasilnya tinggi dibandingkan pada musim penghujan, karena Fe terkonsentrasi.

Bahan dan alat. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi : 1. Pembuatan pompa aerasi : Ember diameter 44 cm, pipa PVC $\frac{3}{4}$ ", kran $\frac{3}{4}$ ", sok ulir dalam $\frac{3}{4}$ ", sok ulir luar, lem pipa, selang plastik $\frac{5}{8}$ " dan pompa tekan/pompa sepeda. 2. Pembuatan saringan pasir : Bak plastik tinggi 40 cm, kran $\frac{3}{4}$ ", sok ulir dalam $\frac{3}{4}$ ", sok ulir luar, lem pipa, kasa plastik dan media penyaring (pasir kuarsa, arang batok kelapa, kerikil, ijuk, koral). 3. Pemeriksaan kadar Fe : air baku sumur gali sebelum dan sesudah proses aerasi, filtrasi dan kombinasinya, reagent Ferro Ver Iron Reagent Powder Pillows dan aquadest.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi : 1. Pembuatan pompa aerasi dan saringan pasir : Gergaji besi, pisau atau gunting, meteran dan alat tulis. 2. Pemeriksaan kadar Fe :

Colorimeter DR/890, sample cell, botol sampel, gunting, pipet ukur 10 ml dan beaker glass 100 ml.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan Permenkes RI No. 416/Menkes/Per/IX/ 1990 tentang kualitas air bersih, kadar Fe pada air sumur gali yang melebihi ambang batas akan mengakibatkan gangguan fisik dan kemis bagi alat-alat rumah tangga dan secara biologis air tersebut lambat laun akan mengganggu fisiologis tubuh manusia. Untuk itu Pengolahan air sumur gali yang mengandung Fe tinggi tersebut mutlak diperlukan sebab dengan dilakukan pengolahan, kerugian dari tingginya kadar Fe dalam air dapat dihindari.

Dalam usaha meningkatkan kualitas air tersebut, maka harus memperhatikan prinsip dasar pengolahan air yaitu konstruksinya harus sederhana, mudah pengoperasiannya, biaya murah, memanfaatkan bahan-bahan setempat, bersifat tepat guna dan efektif (Kusnaedi, 2010). Salah satu usaha yang dapat dilakukan oleh masyarakat di wilayah Pelabuhan Pangkalbalam dalam menurunkan kadar Fe air sumur gali melalui proses aerasi, filtrasi dan kombinasinya (Depkes R.I., 2000).

Berdasarkan data hasil penelitian kadar Fe pada air baku sumur gali dengan perlakuan proses aerasi, filtrasi dan kombinasinya, terdapat penurunan. Secara lebih rinci dapat dilihat pada **Tabel I**.

Butiran gumpalan kotoran dengan ukuran yang besar dan berat mengendap, sedangkan yang berukuran

Ulangan	Kontrol	Pengolahan air (mg/l)			Persentase penurunan (%)		
		A	F	AF	A	F	AF
I	4.23	3.00	1.79	0.59	29.08	57.68	86.05
II	4.24	3.00	1.80	0.59	29.25	57.55	86.08
III	4.26	3.02	1.82	0.61	29.11	57.28	85.68
IV	4.26	3.00	1.82	0.61	29.58	57.28	85.68
V	4.26	3.00	1.90	0.61	29.58	55.40	85.68
Jumlah	21.25	15.02	9.13	3.01	146.6	285.19	429.17
X	4.25	3.00	1.83	0.60	29.32	57.04	85.83

Keterangan :

A : Aerasi F: Filtrasi AF: Aerasi Filtrasi

Hasil pengukuran kadar Fe air menunjukkan bahwa sebelum perlakuan dengan proses aerasi, filtrasi dan kombinasinya adalah antara 4,23 mg/l sampai dengan 4,26 mg/l dengan rata-rata 4,25 mg/l (tabel 5.4), sedangkan sesudah dilakukan perlakuan menghasilkan kadar Fe sebagai berikut:

Proses aerasi

Berdasarkan **Tabel 1** rata-rata kadar Fe air sesudah perlakuan dengan proses aerasi menggunakan pompa aerasi sebesar 3,00 mg/l, sedangkan rata-rata kadar Fe air sebelum perlakuan sebesar 4,25 mg/l. Dengan demikian terjadi penurunan sebesar 1,25 mg/l (29,32%). Hasil uji statistik didapat $p= 0,000$ jadi ada perbedaan yang signifikan antara kadar Fe air sebelum dan sesudah perlakuan.

Berdasarkan Permenkes RI No. 416/Menkes/Per/IX/1990 tentang kualitas air bersih, maka kadar Fe sesudah perlakuan belum memenuhi syarat/tidak layak sebagai sumber air baku untuk air bersih bagi masyarakat di wilayah Pelabuhan Pangkalbalam. Hal ini disebabkan waktu pengendapan setelah proses aerasi terlalu singkat yaitu selama 45 menit. Sedimentasi dengan waktu 45 menit sebenarnya belum optimal, karena partikel-partikel tersuspensi belum mengalami pengendapan secara kecil dan ringan nilainya masih melayang-layang dalam air (Depkes RI, 2000). Menurut Sanropie (1984), waktu (Detention Time) pengendapan yang optimal biasanya diambil 3 jam (2 - 6 jam).

Proses filtrasi

Berdasarkan **Tabel 1** rata-rata kadar Fe air sesudah perlakuan dengan proses filtrasi dengan menggunakan saringan pasir sebesar 1,83 mg/l, sedangkan rata-rata kadar Fe air sebelum perlakuan sebesar 4,25 mg/l. Dengan demikian terjadi penurunan sebesar 2,42 mg/l (57,04%). Hasil uji statistik didapat $p=0,000$ jadi ada perbedaan yang signifikan antara kadar Fe air sebelum dan sesudah perlakuan.

Berdasarkan Permenkes RI No. 416/Menkes/Per/IX/1990 tentang kualitas air bersih, maka kadar Fe air sesudah perlakuan nilainya masih di atas ambang batas sehingga belum memenuhi syarat/tidak layak sebagai sumber air baku untuk air bersih bagi masyarakat di wilayah Pelabuhan Pangkalbalam. Hal ini disebabkan tingkat ketebalan media penyaring seperti pasir kuarsa dan arang tempurung kelapa belum optimal dalam mengadsorbsi dan mengabsorbsi kadar Fe dalam air, dimana dalam penelitian ini menggunakan ketebalan pasir kuarsa 15 cm dan arang batok kelapa 7 cm. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Susilawati (2007) bahwa ketebalan pasir kuarsa dan arang aktif pada saringan pasir yang paling efektif dalam menurunkan kadar Fe dalam air sumur gali adalah dengan ketebalan 25 cm dan 15 cm.

Proses aerasi filtrasi

Berdasarkan **Tabel 1** rata-rata kadar Fe air sesudah perlakuan kombinasi antara proses aerasi filtrasi dengan menggunakan pompa aerasi dan saringan pasir sebesar 0,60 mg/l, sedangkan kadar Fe sebelum perlakuan sebesar 4,25 mg/l. Dengan demikian terjadi penurunan sebesar 3,65 mg/l (85,83%). Hasil uji statistik didapat $p=0,000$ jadi

ada perbedaan yang signifikan antara kadar Fe air sebelum dan sesudah perlakuan. Berdasarkan Permenkes RI No. 416/Menkes/Per/IX/1990 tentang kualitas air bersih, maka rata-rata kadar Fe air sesudah perlakuan, nilainya di bawah ambang batas sehingga air tersebut sudah memenuhi syarat/layak sebagai sumber air baku untuk air bersih bagi masyarakat di wilayah Pelabuhan Pangkalbalam.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggabungkan proses aerasi dan filtrasi lebih efektif dalam menurunkan kadar Fe dalam air sumur gali. Menurut Depkes RI (2000) penurunan dan penghilangan kadar Fe akan menjadi efektif apabila setelah proses aerasi diikuti dengan proses filtrasi. Menurut Kusnaedi (2010) prinsip kerja aerasi dan filtrasi adalah memasukkan udara atau oksigen ke dalam air dengan harapan kation logam Fe membentuk senyawa oksida logam yang dapat disaring melalui filtrasi. Dengan mengontakkan udara ke dalam air baku menggunakan pompa sepeda yang disambungkan dengan pipa aerator yang berfungsi untuk menyebarkan udara ke dalam air baku, maka oksigen akan beroksidasi dengan besi terlarut yang menghasilkan *Ferric dan Ferroc* dalam bentuk endapan/padatan. Pada proses pengendapan, tidak semua gumpalan kotoran dapat diendapkan semua. Butiran gumpalan kotoran dengan ukuran yang besar dan berat akan mengendap, sedangkan yang berukuran kecil dan ringan masih melayang-layang dalam air. Untuk mendapatkan air yang betul-betul jernih, maka air baku yang sudah dipompa aerasi dan diendapkan, kemudian dilakukan filtrasi ke bak saringan pasir yang tersusun atas media penyaring seperti pasir kuarsa, arang batok kelapa, ijuk dan batu kerikil/koral.

Dengan demikian pengolahan air yang dianjurkan untuk diterapkan oleh masyarakat di wilayah Pelabuhan Pangkalbalam adalah menggabungkan antara proses aerasi dan filtrasi. Jika masyarakat ingin menerapkan metode tersebut, maka alat dan bahan yang dibutuhkan sangat mudah didapatkan di daerah Pangkalbalam. Disamping itu juga biaya yang dikeluarkan sangat terjangkau dan cara pembuatannya sangat mudah dan sederhana. Untuk pompa aerasi, masyarakat hanya membeli pompa sepeda seharga Rp 15.000, selang plastik sebanyak 3 meter dengan harga @ Rp 5.000 per meter, sedangkan pipa PVC sepanjang 40 cm dapat memanfaatkan sisa instalasi perpipaan. Untuk saringan pasir masyarakat hanya membeli sok ulir dan kran seharga masing-masing Rp. 5.000, sedangkan untuk bak penyaring dapat memanfaatkan ember sisa cat tembok besar dan media penyaring seperti pasir kuarsa, arang batok kelapa, ijuk dan batu kerikil dapat memanfaatkan sumber daya alam di Pulau Bangka yang sangat melimpah.

Dengan demikian estimasi biaya yang dikeluarkan masyarakat di wilayah Pelabuhan Pangkalbalam untuk pembuatan pengolahan air

dengan proses aerasi filtrasi adalah sebesar Rp. 40.000. Dengan biaya yang murah masyarakat dapat menikmati air bersih yang memenuhi syarat untuk keperluan rumah tangga selama bertahun-tahun.

Harapan peneliti dengan penerapan teknologi pengolahan air secara sederhana dan tepat guna tersebut, maka permasalahan penyediaan air bersih terutama tingginya kadar Fe pada air sumur gali dapat teratasi. Dengan demikian akan meningkatkan derajat kesehatan masyarakat di wilayah Pelabuhan Pangkalbalam.

Sosialisasi Ke Masyarakat

Kegiatan sosialisasi dilaksanakan di Koperasi TKBM (Tenaga Kerja Bongkar Muat) pada tanggal 02 November 2011. Tujuan sosialisasi tersebut adalah memberikan informasi tentang pengolahan air yang efektif untuk menurunkan kadar Fe pada air sumur gali di wilayah Pelabuhan Pangkalbalam sesuai kadar yang diizinkan oleh Permenkes RI No. 416/Menkes/Per/IX/1990 tentang kualitas air bersih adalah dengan perlakuan kombinasi proses aerasi dan filtrasi. Selain itu juga dijelaskan tata cara pembuatan, penggunaan dan pemeliharaan alat. Dengan sosialisasi yang telah dilaksanakan, masyarakat di wilayah Pelabuhan Pangkalbalam bukan hanya sekedar menerima hasil penelitian ini, akan tetapi mau menerapkan metode pengolahan air dengan kombinasi proses aerasi dan filtrasi.

KESIMPULAN

1. Proses aerasi, filtrasi dan kombinasinya secara signifikan dapat menurunkan kadar Fe air sumur gali di wilayah Pelabuhan Pangkalbalam.
2. Metode pengolahan air yang efektif untuk menurunkan kadar Fe air sumur gali di wilayah Pelabuhan Pangkalbalam adalah dengan kombinasi proses aerasi dan filtrasi.

SARAN

Untuk peneliti selanjutnya perlu melakukan pengolahan air menggunakan kombinasi proses aerasi dan filtrasi dengan penambahan koagulan (tawas) atau menggunakan metode aerasi lainnya untuk mendapatkan penurunan kadar Fe yang tidak saja memenuhi Permenkes No 416/Menkes/Per/IX/1990 tentang kualitas air bersih, akan tetapi dapat memenuhi Permenkes RI No 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang kualitas air minum. Dengan demikian masyarakat di wilayah Pelabuhan Pangkalbalam selain memanfaatkan air sebagai sumber air bersih, juga dapat memanfaatkan sebagai sumber air baku untuk air minum setelah dimasak terlebih dahulu.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Kesehatan RI., 2000. *Materi Pelatihan Instruktur Perbaikan Dan Pengawasan Kualitas Air dan Lingkungan untuk mendukung Pendekatan Partisipatori*. Jakarta : Ditjen PPM & PLP.
- Departemen Pekerjaan Umum R.I., 2005. *Pelatihan Pengawasan Kualitas Air*. Sumsel : Dirjen Cipta Karya Dir. Bina Pelaksanaan Wilayah Barat.
- Djasio Sanropie, et al., 1984. *Pedoman Bidang Studi Penyediaan Air Bersih APK-TS, Proyek Pengembangan Pendidikan Tenaga Sanitasi Pusat*. Jakarta : Departemen Kesehatan RI.
- Kantor Kesehatan Pelabuhan Kelas III Pangkalpinang., 2010. *Laporan Tahun 2010*. Pangkalpinang : Seksi PRL dan KLW.
- Kusnaedi., 2010. *Mengolah Air Gambut dan Air Kotor Untuk Air Minum*. Cetakan Pertama. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Media Informasi Kegiatan., 2010. *Pertemuan B/BTKL PPM Se-Indonesia*. MKI BBTCL PPM, Vol.8, No. 3, : 17-18.
- Nusa Idaman Said, Wahjono., 1999. *Pengolahan Air Sungai/Gambut Sederhana*. Jakarta : BPPT
- Slamet, JS., 2004. *Kesehatan Lingkungan*. Cetakan keenam, Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
- Supriyanto C, Samin, Zainul Kamal., 2007. *Analisis Cemaran Logam Berat Pb, Cu, dan Cd Pada Ikan Air Tawar Dengan Metode Spektrometri Nyala Serapan Atom (SSA)*. Yogyakarta : Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan.
- Susilawati., 2007. *Efektifitas Berbagai Ketebalan Pasir Kuarsa Pada Saringan Pasir Sederhana untuk menurunkan Kadar Fe Pada Air Sumur Gali Di Lingkungan Nelayan I Kelurahan Sungailiat Kabupaten Bangka*. Skripsi, Pangkalpinang : Stikes Abdi Nusa
- Totok, C.S, Eny Suciastuti., 2010. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Cetakan ketujuh. Jakarta : Rineka Cipta.
- Tuti Rahayu., 2004. *Karakteristik Air Sumur Dangkal Di Wilayah Kartasura dan Upaya Penjernihannya*. Surakarta : Universitas Muhammadiyah.