

Perbaikan Kualitas Air dengan Pengelolaan Secara Fisika dan Kimia

Yennita

*Program Studi Ilmu Lingkungan , PPS Unversitas Riau
Kampus Gobah Gedung 1, JL. Pattimura No.9 Pekanbaru*

Mulyadi

*Budidaya Perikanan, Fak. Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau
Kampus Binawidya KM 12,5 Panam, Pekanbaru*

Mubarak

*Ilmu Kelautan, Fak. Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau
Kampus Binawidya KM 12,5 Panam , Pekanbaru*

Improving of water quality from siak river that have been used for long time by communities around the river for many purposes such as drinking water and washing has been done by implementing various method such as filtration, coagulation, aeration absorption. Each method has specific characteristic and advantages. Filtration with sand and gravels can decrease concentration of total suspended solid, Fe, Mn and organic material (KMnO₄). Coagulation with alum (Al₂SO₄) can decrease TSS Concentration, Fe, Mn, NO₃, NO₂, KMnO₄, coliform and coli fecal. Furthermore, aeration with a oxygen can decrease TSS concentration, TDS, Fe and Mn. While absorption whit active carbon can decrease concentration of TSS, Mn and Fe. After the four methods had been studied, the best result was obtained through combination of four methods (filtration, coagulation, aeration and absorption)

Key words : Filtration, Coagulation, Aeration, Absorption

Pendahuluan

Air merupakan sumberdaya penting dalam menunjang kehidupan semua makhluk hidup yang ada dibumi. Air juga merupakan sumber daya penting dalam menunjang pembangunan ekonomi seperti sector industry, perdagangan, pertanian, perikanan, transportasi, pembangkit listrik, pariwisata, rumah tangga dan lainnya. Disamping dimanfaatkan untuk hal-hal positif diatas badan air sering juga dilakukan secara

individu dalam skala rumah tangga maupun secara kolektif (perusahaan).

Metode Penelitian

1. Tempat Penelitian

Pengambilan sampel air dilakukan di sungai siak yaitu : (1) Stasiun I di Jembatan Lekton I, (2) Stasiun II 100 meter kearah hulu dan (3) Stasiun III 100 Meter kearah hilir. Pengelolaan terhadap sampel

tersebut dilakukan di Laboratorium Teknologi Budidaya Perairan.

2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah sampel air, medium filtrasi, botol sampel, pasir halus (0,2-0,1 mm), kerikil (2-3 mm), tawas (10g/l), medium aerasi (kaleng yang dilobangi kecil-kecil) dan karbon aktif kasar (10g/l). Alat yang digunakan adalah water checker U-10 dengan merk horiba yang dapat mengukur suhu, Ph, kekeruhan, temperature, konduktifitas dan salinitas secara digital.

3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survey dan eksperimen. Metode survey dilakukan dengan pengamatan langsung dan analisa sampel air tanpa adanya perlakuan. Sedangkan metode eksperimen dilakukan dengan memberikan lima perlakuan terhadap sampel air dengan harapan kualitas air tersebut akan menjadi baik.

4. Rancangan Percobaan

Metoda yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL) dengan lima perlakuan. Untuk memperkecil kekeliruan pada tiap perlakuan dilakukan tiga kali ulangan sehingga diperlukan 15 unit percobaan. Pada tiap perlakuan menggunakan wadah pot bunga ukuran kira-kira 2 liter yang dilengkapi dengan lobang keluaran air dan alas tempat menampung air. Sebelum dilakukan penyaringan, pasir dan kerikil yang akan digunakan terlebih dahulu dicuci dan kemudian dikeringkan untuk

menghindari adanya bahan-bahan pencemaran yang ada dalam pasir dan kerikil tersebut. Adapun perlakuan yang diaplikasikan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Perlakuan 1:

Menyaring Air dengan menggunakan lapisan kerikil 25% pasir halus 50% dan kerikil 25%.

Perlakuan 2:

Mengendapkan air dengan menggunakan tawas (10 g/l) sambil dilakukan pengadukan selama 30 menit, kemudian disaring dengan media kerikil 25%, pasir halus 50% dan kerikil 25%

Perlakuan 3:

Melakukan aerasi dengan udara luar, kemudian menyaring dengan lapisan media kerikil %, pasir halus 50% dan kerikil 25%.

Perlakuan 4:

Melakukan absorpsi dengan karbon (10g/l) selama 30 menit, kemudian menyaring dengan lapisan media kerikil 25%, pasir halus 50% dan kerikil 25%.

Perlakuan 5:

Melakukan pengendapan aerasi, absorpsi dan filtrasi (penyaringan), kemudian menyaring dengan lapisan media kerikil 25%, pasir halus 50% dan kerikil 25%.

Perlakuan dalam percobaan ini 25% kerikil atau pasir mempunyai volume 500 cm^3 atau $0,5 \text{ dm}^3$, sehingga untuk satu wadah percobaan dibutuhkan pasir dan kerikil sebanyak 2000 cm^3 ($0,002 \text{ m}^3$)

Setiap perlakuan yang dilakukan dianalisa baik secara insitu maupun secara laboratories untuk menentukan kualitas air bagi masing-masing perlakuan. Untuk mendapat pengelompokan terhadap perlakuan yang telah dilakukan dan untuk mencari perlakuan yang paling dekat hubungannya dengan baku mutu kualitas air dilakukan dengan metoda cluster analisis yang merupakan suatu teknik yang dapat menyempurnaan (menyelesaikan) penyortiran suatu objek kepada kelompok atau grup yang mempunyai kemiripan satu dengan yang lain. (Ludwig dan reynold, 1988)

Hasil dan Pembahasan

1. Kualitas Air Sungai Sebelum Pengelolaan

Pengukuran kualitas air yang dilakukan insitu adalah parameter fisika seperti suhu, warna dan bau (Tabel 1) sedangkan parameter kimia dilakukan analisa di laboratorium. Kualitas air tersebut dibandingkan dengan baku mutu untuk air bersih menurut peraturan menteri kesehatan RI No. 416/ PER/IX/2001

Suhu air dilokasi sekitar jembatan lekton 1 tidak memperlihatkan fluktuasi yang besar dengan kisaran suhu ini masi dibawah kadar maksimum yang diperbolehkan untuk air bersih (deviasi 3) dan cukup baik untuk mendukung kehidupan yang layak bagi organism akuatik.

Air yang normal sebenarnya tidak mempunyai warna dan bau, sedangkan timbulnya rasa yang menyimpang biasanya

berhubungan dengan baunya karena pengujian terhadap rasa air jarang dilakukan. Air yang mempunyai bau yang tidak normal juga dianggap mempunyai rasa yang tidak normal (Fardiaz, 1992).

Warna Air sungai siak pada saat penelitian adalah kekuning-kuningan dan sedikit berbau, hal ini disebabkan banyaknya zat-zat tersuspensi yang masuk kedalam sungai yang berasal dari limbah domestik dan industry di sekitar sungai siak.

Hasil pengukuran Ph berkisar antara 5,5-6,4. Menurut baku mutu air kelas 1 (PP No. 82 Tahun 2001) nilai Ph dianjurkan adalah 6-9. Berdasarkan nilai PH Tersebut , maka PH Air di lokasi pemantauan hampir tidak sesuai untuk digunakan sebagai bahan baku air minum. Namun demikian, PH air rawa gambut biasanya banyak mengandung senyawa organic seperti tannimn, lignin dan asam mumat yang menyebabkan PH air menjadi asam.

2. Filtrasi

Filtrasi adalah penyaringan air dengan menggunakan beberaa lapisan pasir dan kerikil merupakan salah satu metode sederhana dan murah dan berguna untuk memisahkan bahan-bahan tersuspensi serta bahan-bahan organic berbahaya (Dahlman dan Frost, 2001).

Filtrasi air dapat dilakukan dengan berbagai macam medium filtrasi seperti pasir, kerikil, batuan, polyester, kain ataupun stainless stell. Pada penelitian ini digunakan medium pasir halus dan kerikil. Penggunaan pasir untuk memfiltrasi air merupakan cara efektif dan cukup murah

dalam proses penyaringan air. Massa air dapat dialirkan melalui saringan mengikuti proses grafitasi, yang mana air akan mengalir dari saringan ketempat yang lebih rendah (Corkal,1997).

Tabel 2 dibawah ini menunjukkan hasil analisa laboratorium setelah dilakukan perlakuan dengan filtrasi. Perlakuan filtrasi ini didapat dari pengurangan antara hasil kualitas air setelah perlakuan 2 dengan perlakuan 1 (kontrol)

Tabel 1. Hasil analisa kondisi awal air sungai siak secara insitu sebelum dilakukan pengelolaha

| Jenis data | satuan | ST 1 | ST 2 | ST 3 | RATA-RATA | BAKU MUTU |
|------------|--------|----------|----------|----------|-----------|----------------|
| Suhu | °c | 28,3 | 29,0 | 29,5 | 28,9 | Deviasi 3 |
| Warna | - | Berwarna | Berwarna | berwarna | Berwarna | Tidak Berwarna |
| Bau | - | Berbau | Berbau | Berbau | Berbau | Tidak berbau |
| Ph | - | 5,7 | 5,5 | 6,4 | 5,9 | 6-9 |

ST 1 = Jembatan Lekton 1

ST 2 = 100 meter kearah hulu

ST 3 = 100 meter kearah hilir

Tabel 2. Hasil Analisa Parameter Air Setelah Dilakukan Filtrasi

| Jenis data | Satuan | Kondisi Awal | Filtrasi | Baku Mutu |
|-------------------|-----------|--------------|----------|-----------|
| PH | - | 5,90 | 7,00 | 6-9 |
| TSS | Mg/l | 82,00 | 26,30 | 50 |
| TDS | Mg/l | 22,40 | 23,07 | 1000 |
| Fe | Mg/l | 0,34 | 0,20 | 0,03 |
| Mn | Mg/l | 0,16 | 0,14 | 0,1 |
| Cl | Mg/l | 34,6 | 5,30 | 600,0 |
| NO ₃ | Mg/l | 0,60 | 0,58 | 10,0 |
| NO ₂ | Mg/l | 0,01 | 0,04 | 0,06 |
| KMnO ₄ | Mg/l | 48,10 | 42,97 | 20 |
| Coliform | MPN/100ml | 35333,33 | 34666,67 | 1000 |
| Coli fecal | MPN/100ml | 34000,00 | 33333,33 | 100 |

Dari table 2 diatas terlihat bahwa filtrasi dengan menggunakan pasir dan krikil sangat efektif menurunkan TTS dalam air, ini terlihat bahwa pada kondisi awal 82,00 mg/l, tetapi setelah difiltrasi menurun menjadi 26,30 mg/l. Kondisi ini juga dibuktikan dengan kondisi air yang lebih jernih juga dapat menetralkan PH dari 5,87 menjadi 7,00.

Parameter TSS, Ph dan kekeruhan memang saling berhubungan karena semakin banyak zat-zat terlarut yang ada dalam air dapat menyebabkan air semakin keruh dan juga dapat menambah keasaman atau kebasahan dari tersebut.

Parameter-parameter lain seperti logam, nitrat, nitrit, zat organic dan coli hanya sedikit mengalami penurunan. Hal ini

mungkin disebabkan parameter-parameter tersebut mempunyai ukuran yang sangat kecil sekali bila dibandingkan dengan diameter saringan, sehingga saringan tidak mampu untuk menyaringnya. Sedangkan untuk TDS konsentrasi sedikit bertambah, ini disebabkan bertambahnya zat terlarut yang mungkin berasal dari saringan, namun kenaikan tersebut masih sangat jauh dibawah baku mutu air kelas satu PP 82 Tahun 2001.

Menurut Parrot (1999) bahwa sebelum merancang sebuah alat untuk menyaring guna memperbaiki kualitas air terlebih dahulu air baku harus dianalisa kandungannya zat-zat terlarut yang ada dalam air yang dipengaruhi oleh senyawa tawas. Tingginya konsentrasi TDS dan CI pada perlakuan ini karena tawas yang digunakan terlalu banyak untuk satu liter air yaitu sebesar 10g/l. Menurut Rini (2003) bahwa untuk mendapatkan kondisi yang bagus dosis alumunium sulfat (Tawas) yang digunakan hanya berkisar (20-50)mg/l. Penggunaan alumunium sulfat yang terlalu tinggi dapat menaikkan konsentrasi zat-zat terlarut dalam air.

4. Aerasi

Proses penambahan oksigen (Aerasi) merupakan pengambilan zat pencemaran yang ada pada air, umumnya berguna untuk menurunkan kadar logam dalam air. Dengan penambahan oksigen menyebabkan logam akan bereaksi dengan oksigen membentuk oksida logam, karena beratnya bertambah menyebabkan oksida logam tersebut mengendap didasar air (sugiharto,1987). Tabel 4 berikut ini menunjukkan hasil perbaikan dengan system aerasi.

Dari Tabel diatas dapat dilihat bahwa pengaruh aerasi didapat dengan mengurangi hasil analisa data perlakuan 3 dengan perlakuan 1 (selisih P3-P1). Apabila hasil yang didapatkan negative maka terjadi penurunan konsentrasi dan apabila hasilnya positif maka terjadi kenaikan konsentrasi parameter kualitas air tersebut.

Hasil yang didapat adalah bahwa tidak ada perbaikan dari PH Dengan system aerasi ini, tetapi terdapat penurunan TDS, TSS, Fe, Mn, coliform dan coli fecal. Hal ini disebabkan reaksi antara logam-logam seperti Fe dan Mn dalam air dengan oksigen akan membentuk oksidasi Fe_2O_3 dan MnO_2 . Oksidator utama adalah oksigen di udara dan oksigen terlarut akan mengubah Fe dan Mn menjadi komponen yang tidak larut dan akhirnya mengendap. Berkurangnya logam-logam terlarut dalam air tentu akan mengurangi konsentrasi TDS dan TSS dalam air, karena Oksida-oksida logam tersebut akan mengendap sesuai dengan hukum gravitasi yaitu apabila massa dari molekul tersebut lebih berat maka akan mudah untuk mengendap. Menurut Sugiharto (1987) pada prakteknya terdapat dua cara untuk menambahkan oksigen ke dalam air limbah yaitu: memasukan udara kedalam air dan memaksa air untuk berkontak dengan oksigen.

Penggunaan karbon aktif untuk memperbaiki kualitas air sudah biasa dilakukan. Pemberian karbon berguna untuk menyaring bahan-bahan dalam air dan menyerap/menghilangkan klorin, pestisida, memperbaiki rasa air dan bau air, (Hallaway, 1983). Tabel 6 menunjukkan hasil perbaikan kualitas air dengan menggunakan karbon aktif. Hasilnya menunjukkan bahwa

penggunaan karbon dapat menurunkan kadar TSS, Fe, Mn, Coliform dan coli fecal dan menaikkan TDS, Cl, NO₃, NO₂, KMnO₂.

Hal ini disebabkan pengurangan TSS bisa saja menyebabkan berkurangan partikel tursuspensi seperti Fe dan Mn dalam air dan meningkatnya TDS, nitrat dan nitrit kemungkinan disebabkan oleh adanya partikel karbon terlarut. Tetapi kenaikan tersebut tidak signifikan, masih dibawah baku mutu yang ditetapkan.

Parameter coliform dan coli fecal dari ketiga macam system pengolahan air

diatas (filtrasi, aerasi, dan absorpsi) tidak memberikan penurunan yang cukup berarti bila dibandingkan dengan tingginya parameter tersebut, kecuali pengolahan dengan koagulasi. Hal ini disebabkan oleh penggunaan tawas dapat diminimalkan dengan bantuan desinfektan. Menurut Mark and Keung (2002) bahwa untuk perbaikan kualitas air dapat dipergunakan desinfektan (clorin) yang mengandung 0,5%-1% larutan sodium hipoclorit karena dapat membunuh organism pathogen yang ada dalam air.

Tabel 4. Hasil analisa Parameter Air Setelah Dilakukan Aerasi

| Jenis Data | Satuan | Perlakuan (kontrol) | Perlakuan 3 | Selisih (P3-P1) | Baku Mutu |
|-------------------|------------|---------------------|-------------|-----------------|-----------|
| PH | - | 7,00 | 7,00 | - | 6-9 |
| TSS | Mg/1 | 26,33 | 11,00 | -15,33 | 50 |
| TDS | Mg/1 | 23,07 | 21,47 | -1,600 | 1000 |
| Fe | Mg/1 | 0,20 | 0,17 | -0,035 | 0,03 |
| Mn | Mg/1 | 0,14 | 0,11 | -0,035 | 0,1 |
| Cl | Mg/1 | 5,33 | 7,47 | 2,14 | 600,0 |
| NO ₃ | Mg/1 | 0,58 | 0,65 | 0,070 | 10,0 |
| NO ₂ | Mg/1 | 0,04 | 0,05 | 0,007 | 0,06 |
| KMnO ₄ | Mg/1 | 42,97 | 46,67 | 3,70 | 20 |
| Coliform | MPN/100 ml | 34666,67 | 29666,67 | -5000 | 1000 |
| Coli fecal | MPN/100 ml | 33333,33 | 26333,33 | -7000 | 100 |

*PP RI No. 82/2001

Tabel 5 Hasil Analisa Parameter Air Setelah Dilakukan Pemberian Karbon Aktif

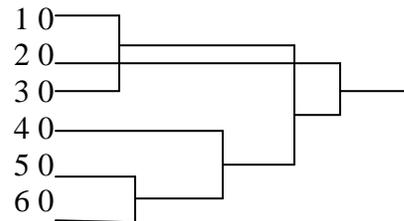
| Jenis Data | Satuan | Perlakuan (kontrol 1) | Perlakuan 4 | Selisih (P3-P1) | Baku Mutu |
|-------------------|--------|-----------------------|-------------|-----------------|-----------|
| PH | - | 7,00 | 7,04 | 0,04 | 6-9 |
| TSS | Mg/1 | 26,33 | 10,00 | -16,33 | 501 |
| TDS | Mg/1 | 23,07 | 490,73 | 467,60 | 1000 |
| Fe | Mg/1 | 0,202 | 0,01 | -0,19 | 0,03 |
| Mn | Mg/1 | 0,140 | 0,01 | -0,13 | 0,1 |
| Cl | Mg/1 | 5,33 | 55,77 | 2,14 | 600,0 |
| NO ₃ | Mg/1 | 0,575 | 0,61 | 50,44 | 10,0 |
| NO ₂ | Mg/1 | 0,038 | 0,06 | 0,03 | 0,06 |
| KMnO ₄ | Mg/1 | 42,970 | 51,27 | 8,30 | 20 |

| | | | | | |
|-------------------|------------|----------|-------|---------|------|
| Coliform | MPN/100 ml | 34666,67 | 34000 | -666,67 | 1000 |
| Coli fecal | MPN/100 ml | 33333,33 | 33000 | -333,33 | 100 |

*PP RI No.82/2001

5. Analisa Cluster

Analisa Cluster Dilakukan untuk mengelompokkan kemiripan perlakuan yang satu dengan perlakuan yang lainnya. Cluster yang dilakukan berdasarkan hubungan yang terdekat dengan baku mutu air kelas satu menurut PP 82 Tahun 2001. Adapun cluster yang didapat dari kelima perlakuan dapat dilihat pada gambar 1 berikut.



Gambar 1 Dendrogram kombinasi cluster dari lima kelompok kualitas air

Dari hasil perhitungan analisa cluster yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa diantara kelima perlakuan (1, 2, 3, 4 dan 5) serta baku mutu air bersih (6) didapat bahwa kemiripan yang paling dekat adalah perlakuan 1 dan perlakuan 3. Ini pertama. Kemudian kemiripan tingkat kedua adalah perlakuan 5 dan baku mutu air bersih (6). Setelah itu kemiripan tingkat ketiga perlakuan 4 dengan perlakuan 5 dan 6 dan selanjutnya kemiripan tingkat keempat adalah perlakuan 4,5 dan 6 dengan perlakuan 1 dan 3. Selanjutnya dengan seluruh perlakuan yang ada ditambah baku mutu merupakan kelompok yang sangat jauh kemiripannya.

Kesimpulan

1. Kualitas air sungai siak sekitar jembatan lekton 1 yang dipergunakan penduduk sebagai air baku air minum, mandi, cuci dan kakus sudah melebihi baku

Berdasarkan analisa di atas dapatlah diambil suatu kesimpulan bahwa dari kelima perlakuan, perlakuan 1 dan perlakuan 3 menghasilkan kualitas air yang hampir sama/mirip, sedangkan perlakuan yang paling mendekati kualitas air baku mutu air bersih adalah perlakuan 5. Hal ini disebabkan pengolahan yang dilakukan merupakan gabungan perlakuan dari empat perlakuan sebelumnya, dimana setiap proses pengolahan baik fisika maupun kimia mempunyai fungsi masing-masing. Filtrasi mampu menyaring partikel padat tersuspensi (TSS), CI dan $KMnO_4$ yang ada pada badan air. Koagulasi efektif untuk menurunkan TSS, TDS, Fe dan Mn Sedangkan absorpsi dapat menurunkan TSS, Fe dan Mn.

mutu air bersih yang ditetapkan oleh peraturan pemerintah Nomor 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air.

2. Pengolahan kualitas air secara fisika dapat diperbaiki kualitas air sungai siak.

Dari kelima perlakuan yang diberi, melalui analisa cluster perlakuan yang paling baik adalah pengolahan air

Rekomendasi

Sebelum dilakukan pengolahan kualitas air sebanyak terlebih dahulu kondisi awal air yang akan diolah dianalisa terlebih dahulu, sehingga dapat ditentukan

dengan perlakuan lima (5), yaitu perlakuan dengan system pengolahan gabungan filtrasi, koagulasi, aerasi dan absorpsi.

saringan/model pengolahan yang sesuai dengan kondisi air yang akan diolah dan kualitas air yang didapat akan menjadi lebih baik.

Daftar Pustaka

- Bapedalda. 2003. Laporan Status lingkungan Hidup Daerah Kota Pekanbaru Tahun 2003. Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Hidup Daerah Kota Pekanbaru. Januari 2002.
- Bapedalko. 2003. Pengujian Kualitas Air Sungai Siak dan Limbah Cair Industri Sepanjang Sungai Siak Ruas Kota Pekanbaru. Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Kota Pekanbaru dengan Laboratorium Instrumentasi FMIPA UNRI Pekanbaru.
- Corkal. D. 1997. Approaches to Water Treatment. www.agr.gc.ca/pfra/water/facts/pfra1c.pdf
- Dahlman, J dan C. Frost. 2001. Technologies Demonstrated at Echo : Sand Water Filter. www.echotech.org/technical/technotes/sand%20water%20.
- Fardiaz. S. 1992. Polusi Air dan Udara. Kanisius. Yogyakarta.
- Hallaway, J. 1983. Drinking Water Treatment Devices. www.colostate.edu/Depts/Soilcrop/water_filters.Pdf
- Harnalin A 2000. Keragaman Fitoplankton dan Sifat Fisik Kimia Sungai Siak di Sekitar PT Ricky Kodya Pekanbaru. Jurnal. Berkala Perikanan Terubuk Tahun XXVIII No 78: (82- 90). Himpunan Alumni Fakultas Perikanan Universitas Riau Terubuk. Pekanbaru
- Hamidy. R. 1994. Ecosystem of River Estuarine, Riau: Some Biological Aspects. Berkala Perikanan Terubuk Tahun XX Nomor 58 (41-59). Himpunan Alumni Fakultas Perikanan Universitas Riau Terubuk. Pekanbaru
- Kusnaldi 2004. Mengolah Air Gambut & Air Kotor Untuk Air Minum. Penebaran Swadaya. Jakarta.
- Ludwig J.A dan Reynolds J.F, 1988. Statistical Ecology A Primer On Methods and Computing. Jhon Wiley & Son. New York.
- Machbub.B. Irianto E.W. 2000. Teknologi Aerasi dan Tranfer Gas untuk Perbaikan Kualitas Air Perikanan Pada Jaring Terapung. Jurnal Lingkungan Perairan No 45. Th 15 KW. II
- Mark, W.L. dan K. Keung.1997. Water Treatment and Pathogen Control. www.who.int/entity/water_sanitationhealth/hygiene/om/linking_chap6

Mokhtar. M dan Latif. M. 2001. Pengurusan makmal Kualiti Air. Institut Alam Sekitar dan Pembangunan (LESTARI). Universiti Kebangsaan Malaysia. 19 hal.

Parrot, K, B, Ross dan J. Woodard Water Treatment.

www.ex.vt.edu/pubs/housing/356-48/356-481.pdf

Rini 2003. Analisa Tingkat Kemampuan Metoda Jar Test pada Air Terproduksi dari Stasiun Pengumpulan di Areal Minas PT Caltex Pasific Indonesia Jurnal Pilar Sains Vol 2 No 1 : (24-30) Januari 2003. Jurusan Pendidikan dan Ilmu Pengetahuan Alam FKIP UNRI. Pekanbaru.

Sugiharto. 1987. Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah. Universitas Indonesia Press. Jakarta.