

## MANIPULASI WAKTU TINGGAL DAN TEBAL MEDIA FILTER TEMPURUNG KELAPA TERHADAP PENURUNAN BOD (BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND) DAN TSS (TOTAL SUSPENDED SOLID) AIR LIMBAH RUMAH TANGGA

Ulfa Nurullita, Mifbakhuddin  
FKM UNIMUS

### Abstrak

Latar belakang: Air limbah rumah tangga yang belum terolah di wilayah Kelurahan Srandol Kulon Kecamatan Banyumanik Semarang pada pemeriksaan pendahuluan mempunyai nilai BOD 700,3 mg/l dan TSS 311 mg/l. Nilai ini menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. KEP-51/MENLH/10/1995 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan yang telah beroperasi, telah melebihi ambang batas yang diperbolehkan yaitu BOD maksimal 50-150 mg/l, TSS maksimal 200 mg/l. Kualitas air limbah mempunyai BOD dan TSS melebihi batas, akan berisiko menimbulkan dampak buruk kualitas lingkungan. *Trickling filter* merupakan salah satu pengolahan limbah cair secara biologis dengan memanfaatkan teknologi *biofilm*. Bahan yang digunakan sebagai media *trickling filter* harus kuat, keras, tahan tekanan, tahan lama, tidak mudah berubah dan tidak mudah menyumbat pada media *trickling filter*. Bahan yang biasa digunakan adalah batuan. Pada penelitian ini akan dicoba digunakan media filter berupa tempurung kelapa yang mempunyai sifat sesuai syarat media filter. **Metode:** Penelitian ini merupakan penelitian eksperiment semu dengan rancangan non *randomized pretest-posttest control group design*. Sampel air limbah diambil dari saluran air limbah rumah tangga di Kelurahan Srandol Kulon Kecamatan Banyumanik Koa Semarang. **Hasil:** sebelum perlakuan (kontrol), BOD tertinggi 196,5 mg/l, terendah 121,6 mg/l. TSS tertinggi 222,4 mg/l, terendah 209,4 mg/l. suhu tertinggi 27,5°C, terendah 27 °C. pH semua sama yaitu 7. Setelah perlakuan rata-rata BOD tertinggi 112,68 mg/l, terendah 61,58 mg/l, rata-rata TSS tertinggi 129,8 mg/l, terendah 79,35 mg/l, suhu dan pH tidak mengalami perubahan. Prosentase penurunan BOD tertinggi 63,22%, terendah 39,94 (%), prosentase penurunan TSS tertinggi 64,32 mg/l, terendah 41,32 %. Uji t untuk sampel berpasangan pada semua perlakuan didapatkan nilai p semua kurang dari 0,05, artinya ada perbedaan yang signifikan nilai BOD maupun TSS antara sebelum dan sesudah pengolahan. Untuk penurunan BOD pada berbagai lama waktu tinggal dan ketebalan media filter didapatkan nilai  $p=0,000$  sedangkan pada TSS nilai  $p=0,000$  sehingga ada interaksi antara faktor lama waktu tinggal dan ketebalan media filter pada penurunan BOD maupun TSS. **Simpulan:** ada perbedaan yang signifikan nilai BOD maupun TSS antara sebelum dan sesudah pengolahan, ada interaksi antara faktor lama waktu tinggal dan ketebalan media filter pada penurunan BOD maupun TSS.

### PENDAHULUAN

Air limbah rumah tangga yang belum terolah di wilayah Kelurahan Srandol Kulon Kecamatan Banyumanik Semarang pada pemeriksaan pendahuluan mempunyai nilai BOD 700,3 mg/l dan TSS 311 mg/l. Nilai ini menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. KEP-51/MENLH/10/1995 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan yang telah beroperasi, telah melebihi ambang batas yang diperbolehkan yaitu BOD maksimal 50-150 mg/l, TSS maksimal 200 mg/l. Kualitas air limbah mempunyai BOD dan TSS melebihi batas, akan berisiko menimbulkan dampak buruk kualitas lingkungan. *Trickling filter* merupakan salah satu pengolahan limbah cair secara biologis dengan memanfaatkan teknologi *biofilm*. Bahan yang digunakan sebagai media *trickling filter* ada tempurung kelapa sesuai syarat media yaitu kuat, keras, tahan tekanan, tahan lama, tidak mudah berubah dan tidak mudah menyumbat pada media *trickling filter* (Suriawiria, 2003).

### METODE

Penelitian ini dilakukan di Kelurahan Srandol Kulon Semarang. Sampel penelitian adalah sebagian air limbah yang diambil pada saluran pembuangan air limbah di tingkat rumah tangga. Berdasarkan penghitungan replikasi, untuk menghindari sekecil mungkin kesalahan dalam replikasi atau pengulangan terhadap eksperimen digunakan rumus sebagai berikut (Hanafiah, 2003):

$$(t - 1) \times (r - 1) \geq 15$$

nilai  $t$  adalah jumlah perlakuan, sedangkan nilai  $r$  adalah jumlah replikasi. Jumlah perlakuan dalam penelitian ini adalah 6, sehingga didapatkan pengulangan sebanyak 4 kali.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen semu dengan rancangan non randomized pretest-posttest control group design, yaitu subyek dibagi dalam 2 kelompok. Kelompok pertama merupakan unit percobaan untuk perlakuan dan kelompok kedua merupakan kelompok kontrol (Notoatmodjo, 2002).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas fisik air limbah yaitu buram/tidak jernih, tidak berwarna, dan cenderung tidak berbau. Beberapa benda padat kadang ditemukan seperti lumut, sedikit busa, lapisan lemak, endapan pasir/lumpur, daun dan helaian rambut. Kondisi ini merupakan ciri khas dari limbah rumah tangga.

### 1. BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solid*), Suhu dan pH air limbah sebelum dan sesudah pengolahan

Air limbah sebelum masuk dalam bak penampung utama disaring dahulu untuk mencegah penyumbatan kran maupun distributor. Selanjutnya air limbah kemudian masuk melalui distributor ke bak aerasi yang berisi media filter dengan ketebalan 80cm dan 100cm dan didiamkan selama 1 minggu, 2 minggu dan 3 minggu. Setelah masa pengondisian ini, air limbah dalam bak aerasi dibuang dan air limbah baru disaring dan dimasukkan lagi melalui distributor. Air limbah yang telah melewati media filter ini kemudian dilewatkan pada saringan pasir yang kemudian diambil sebagai sampel.

Nilai rata-rata BOD, TSS, suhu dan pH air limbah sebelum pengolahan adalah sebagai berikut:

Tabel 1  
Rata-rata BOD, TSS, Suhu dan pH Air Limbah Sebelum Pengolahan

Perlakuan	BOD (mg / liter)	TSS (mg / liter)	Suhu (°C)	pH
- 80 cm / 1 minggu	174,2	222,4	27	7
- 80 cm / 2 minggu	163,5	231,7	27,5	7
- 80 cm / 3 minggu	128,5	214,2	27	7
- 100 cm / 1 minggu	196,5	219,5	27	7
- 100 cm / 2 minggu	121,6	209,4	27	7
- 100 cm / 3 minggu	167,4	221,2	27,5	7

Sebelum perlakuan (kontrol) nilai BOD tertinggi ada pada perlakuan ketebalan 100 cm dengan lama waktu tinggal 1 minggu (196,5 mg/l), TSS tertinggi ada pada perlakuan ketebalan 80 cm dengan lama waktu tinggal 1 minggu (222,4 mg/l). Suhu berkisar antara 27 sampai 27,5°C, adapun nilai pH semua sama yaitu 7.

Nilai rata-rata BOD, TSS, suhu dan pH air limbah setelah pengolahan adalah sebagai berikut:

Tabel 2  
Rata-rata BOD, TSS, Suhu dan pH Air Limbah Setelah Pengolahan

Perlakuan	BOD (mg / liter)	TSS (mg / liter)	Suhu (°C)	pH
- 80 cm / 1 minggu	101,38	79,35	27	7
- 80 cm / 2 minggu	81,7	5,98	27,5	7
- 80 cm / 3 minggu	77,17	118,35	27	7
- 100 cm / 1 minggu	112,68	113,6	27	7
- 100 cm / 2 minggu	69,33	114,25	27	7
- 100 cm / 3 minggu	61,58	129,8	27,5	7

Setelah pengolahan rata-rata BOD tertinggi ada pada perlakuan ketebalan 100 cm dengan lama waktu tinggal 1 minggu (112,68 mg/l), rata-rata TSS tertinggi ada pada perlakuan ketebalan 100 cm dengan lama waktu tinggal 3 minggu (129,8 mg/l). Rata-rata suhu dan pH tidak mengalami perubahan.

## 2. Penurunan BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solid*), Suhu dan pH air limbah.

Rata-rata penurunan nilai BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solid*), suhu dan pH air limbah setelah pengolahan adalah sebagai berikut:

Tabel 3  
Rata-Rata Penurunan nilai BOD, TSS, Suhu dan pH Air Limbah

Perlakuan	BOD (mg/l)	TSS (mg/l)	Suhu (°C)	pH
- 80 cm / 1 minggu	72,83	143,05	0	0
- 80 cm / 2 minggu	81,8	145,73	0	0
- 80 cm / 3 minggu	51,33	95,85	0	0
- 100 cm / 1 minggu	83,83	105,9	0	0
- 100 cm / 2 minggu	52,28	95,15	0	0
- 100 cm / 3 minggu	105,83	91,4	0	0

Penurunan BOD tertinggi ada pada perlakuan ketebalan 100 cm dengan lama waktu tinggal 3 minggu (105,83 mg/liter), penurunan TSS tertinggi juga pada perlakuan ketebalan 80 cm dengan lama waktu tinggal 2 minggu (145,73mg/liter). Suhu dan pH tidak mengalami perubahan.

## 3. Prosentase Penurunan BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solid*), Suhu dan pH air limbah.

Rata-rata prosentase penurunan nilai BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solid*), suhu dan pH air limbah antara sebelum dan setelah pengolahan adalah sebagai berikut:

Tabel 4  
Rata-Rata Prosentase Penurunan  
BOD, TSS, Suhu dan pH Air Limbah

Perlakuan	BOD %	TSS %	Suhu (%)	pH (%)
- 80 cm / 1 minggu	41,8	64,32	0	0
- 80 cm / 2 minggu	50	62,89	0	0
- 80 cm / 3 minggu	39,94	44,75	0	0
- 100 cm / 1 minggu	42,66	48,25	0	0
- 100 cm / 2 minggu	42,99	45,44	0	0
- 100 cm / 3 minggu	63,22	41,32	0	0

Prosentase penurunan BOD tertinggi ada pada perlakuan ketebalan 100 cm dengan lama waktu tinggal 3 minggu (63,22%), prosentase penurunan TSS tertinggi pada perlakuan ketebalan 80 cm dengan lama waktu tinggal 1 minggu (64,32%), suhu dan pH tidak mengalami perubahan.

#### 4. Perbedaan BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solid*), Suhu dan pH air limbah antara sebelum dan sesudah pengolahan.

Uji kenormalan data dengan Kolmogorof Smirnov test didapatkan hasil :

Uji kenormalan data menunjukkan semua data berdistribusi normal ( $p > 0,05$ ), sehingga dapat dilakukan uji lanjutan dengan uji t untuk sampel berpasangan.

##### 4.1. Perbedaan BOD antara sebelum dan sesudah pengolahan

Hasil uji t sample berpasangan untuk BOD adalah sebagai berikut:

Tabel 5

Uji t Untuk Sampel Berpasangan  
BOD dan TSS Pada Berbagai Perlakuan

Perlakuan (sebelum dan sesudah pengolahan)	Nilai p	Nilai p
- 80 cm / 1 minggu	0,001	0,000
- 80 cm / 2 minggu	0,000	0,000
- 80 cm / 3 minggu	0,000	0,000
- 100 cm / 1 minggu	0,000	0,000
- 100 cm / 2 minggu	0,000	0,000
- 100 cm / 3 minggu	0,000	0,000

Uji beda dengan uji t untuk sampel berpasangan didapatkan nilai p semua kurang dari 0,05, artinya ada perbedaan yang signifikan nilai BOD dan TSS antara sebelum dan sesudah pengolahan pada semua perlakuan.

##### 4.2. Perbedaan suhu dan pH antara sebelum dan sesudah pengolahan

Suhu dan pH pada tiap perlakuan tidak mengalami perubahan antara sebelum dan sesudah pengolahan.

#### 5. Perbedaan Penurunan BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) pada berbagai lama waktu tinggal dalam bak aerasi dan berbagai ketebalan media filter.

##### 5.1. Perbedaan Penurunan BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) pada berbagai lama waktu tinggal dalam bak aerasi dan berbagai ketebalan media filter.

Uji *anova two ways* untuk penurunan BOD pada berbagai lama waktu tinggal didapatkan nilai  $p=0,005$ . Karena nilai p lebih kecil dari  $\alpha$  (0,05) maka disimpulkan ada perbedaan yang signifikan penurunan BOD pada berbagai lama waktu tinggal dalam bak aerasi.

Untuk penurunan BOD pada berbagai ketebalan media didapatkan nilai  $p=0,001$ , disimpulkan ada perbedaan yang signifikan penurunan BOD pada berbagai ketebalan media filter.

Untuk penurunan BOD pada berbagai lama waktu tinggal dan ketebalan media filter didapatkan nilai  $p=0,000$ , disimpulkan ada interaksi antara faktor lama waktu tinggal dan ketebalan media filter.

#### 6. Perbedaan Penurunan TSS (*Total Suspended Solid*) pada berbagai lama waktu tinggal dalam bak aerasi dan berbagai ketebalan media filter.

Uji kenormalan data untuk penurunan TSS dengan uji Kolmogorof Smirnov ternyata tidak berdistribusi normal, tetapi dilihat dari skewness didapatkan nilai

1,34. Karena nilai ini berada di antara -2 dan 2 maka disimpulkan data berdistribusi normal.

Nilai p uji two ways anova untuk penurunan TSS pada berbagai lama waktu tinggal media filter dalam bak aerasi adalah 0,000, disimpulkan ada perbedaan yang signifikan penurunan TSS pada berbagai lama waktu tinggal dalam bak aerasi.

Untuk penurunan TSS pada berbagai ketebalan media didapatkan nilai  $p=0,000$ , disimpulkan ada perbedaan yang signifikan penurunan TSS pada berbagai ketebalan media filter.

Uji interaksi TSS antara waktu tinggal dan ketebalan media didapatkan nilai  $p=0,000$  artinya ada interaksi antara faktor lama waktu tinggal media filter dalam bak aerasi dengan ketebalan media filter.

Pada semua perlakuan, nilai BOD dan TSS mengalami penurunan. Penurunan BOD maupun TSS terjadi karena 2 proses yaitu proses aerasi dan proses penguraian bahan organik oleh mikroorganisme yang membentuk lapisan biofilm. Untuk penurunan TSS dibantu lagi dengan proses penyaringan dengan saringan pasir. Proses penguraian dimulai saat sudah terbentuk lapisan biofilm berupa selaput tipis berlendir pada permukaan media *trickling filter* yaitu tempurung kelapa. Pada penelitian ini pembentukan biofilm terjadi pada hari ke lima. Mikroorganisme yang ada pada lapisan biofilm menggunakan bahan-bahan organik yang terlarut dalam air limbah untuk dikonsumsi. Proses diteteskannya air limbah pada media filter secara perlahan di permukaan media *trickling filter* mempermudah pengambilan oksigen dari udara bebas oleh mikroorganisme pengurai. Kondisi ini didukung oleh suhu dan pH yang mendukung pertumbuhan bakteri (Suriawiria,2003; Soeparman dan Suparmin, 2001). Bertambahnya jumlah mikroorganisme pengurai membantu proses penguraian bahan organik sehingga kadar BOD dan TSS air limbah mengalami penurunan.

Penurunan TSS juga dapat dibantu dengan proses filtrasi secara fisik menggunakan media pasir. Tetapi hasil penelitian ini justru menunjukkan prosentase penurunan TSS lebih kecil dibanding penelitian sebelumnya yang tidak menggunakan filtrasi dengan pasir. Hal ini dimungkinkan saat proses filtrasi dengan pasir, aliran air limbah justru menghancurkan butiran pasir sehingga penurunan TSS lebih kecil.

Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Istiqomah tahun 2007. Pada penelitian Istiqomah digunakan media berupa batu kali dengan ketebalan 10cm, 20cm, 30cm, dan 40cm. Penurunan BOD berkisar antara 156,8 mg/l sampai 678,8 mg/l atau 4,5% sampai 19,6% (Istiqomah, 2007). Pada penelitian dengan media batu kali ini ternyata penurunan nilai BOD semakin besar dengan semakin meningkatnya ketebalan media.

Pada masing-masing perlakuan ada interaksi antara ketebalan media dan lama waktu tinggal media *trickling filter* dalam bak aerasi. Penurunan BOD tertinggi terjadi pada ketebalan 100 cm dengan lama waktu tinggal 3 minggu (63,22%), sedangkan penurunan terendah terjadi pada ketebalan 80 cm dengan lama waktu tinggal 3 minggu (39,94%). Penurunan TSS tertinggi terjadi pada ketebalan 80 cm dengan lama waktu tinggal 1 minggu (64,32%), sedangkan penurunan terendah terjadi pada ketebalan 100 cm dengan lama waktu tinggal 3 minggu (41,32%).

Secara rata-rata penurunan BOD lebih besar pada ketebalan 100 cm dibanding ketebalan 80 cm, ini dimungkinkan semakin tebal/tinggi lapisan media filter semakin luas permukaan media yang ditumbuhi mikroorganisme atau semakin banyak mikroorganisme yang bekerja. Adanya interaksi antara ketebalan media dan

waktu aerasi ditunjukkan dengan prosentase tertinggi dan terendah terjadi pada waktu tinggal 3 minggu.

Untuk rata-rata prosentase penurunan TSS justru lebih besar pada ketebalan media 80 cm dibanding 100 cm, dan dilihat dari waktu tinggal penurunan TSS semakin kecil dengan meningkatnya waktu tinggal. Kondisi ini dimungkinkan semakin lama waktu tinggal terjadi penurunan kualitas kerja *trickling filter*, dikarenakan mikroorganisme pada tahap ini sudah mengalami fase *endogenous* (fase kematian) sehingga tidak mampu lagi menguraikan bahan buangan organik (Suriawiria,2003). Di samping itu pada fase endogenous lapisan biofilm terlepas sehingga menambah jumlah padatan pada air limbah hasil penyaringan, sehingga TSS mengalami peningkatan lagi.

## SIMPULAN

- BOD air limbah rumah tangga sebelum pengolahan minimal 121,6 mg/l, maksimal 196,5 mg/l, rata-rata 155,4 mg/l.
- TSS air limbah rumah tangga sebelum pengolahan minimal 209,4 mg/l, maksimal 222,4 mg/l, rata-rata 216,7mg/l.
- Suhu air limbah rumah tangga sebelum pengolahan minimal 27°C, maksimal 27,5°C, rata-rata 27,2°C.
- pH air limbah rumah tangga sebelum pengolahan semua sama yaitu 7.
- BOD air limbah rumah tangga setelah pengolahan minimal 55,2 mg/l, maksimal 122,2 mg/l, rata-rata 83,97 mg/l, standar deviasi 19,2.
- TSS air limbah rumah tangga setelah pengolahan minimal 71,7 mg/l, maksimal 131,6 mg/l, rata-rata 106,9 mg/l dan standar deviasi 19,02.
- Suhu air limbah rumah tangga setelah pengolahan minimal 27°C, maksimal 27,5°C, rata-rata 27,2°C.
- pH air limbah rumah tangga setelah pengolahan semua sama yaitu 7.
- Rata-rata prosentase penurunan BOD tertinggi ada pada perlakuan ketebalan 100 cm dengan lama waktu tinggal 3 minggu (63,22%), terendah pada perlakuan ketebalan 80 cm dengan lama waktu tinggal 3 minggu (39,94 %).
- Rata-rata prosentase penurunan TSS maksimal pada perlakuan ketebalan 80 cm dengan lama waktu tinggal 1 minggu (64,32 mg/l), minimal pada perlakuan ketebalan 100 cm dengan lama waktu tinggal 3 minggu (41,32 %).
- Suhu air limbah setelah pengolahan tidak mengalami perubahan.
- Ada perbedaan yang signifikan penurunan BOD pada berbagai lama waktu tinggal dalam bak aerasi dengan nilai  $p=0,005$ , ada perbedaan yang signifikan penurunan BOD pada berbagai ketebalan media filter dengan nilai  $p= 0,001$ .
- Ada interaksi antara faktor lama waktu tinggal dan ketebalan media filter pada penurunan BOD dengan nilai  $p=0,000$ .
- Ada perbedaan yang signifikan penurunan TSS pada berbagai lama waktu tinggal dalam bak aerasi dengan nilai  $p=0,000$ , ada perbedaan yang signifikan penurunan TSS pada berbagai ketebalan media filter dengan nilai  $p= 0,000$ .
- Ada interaksi antara faktor lama waktu tinggal dan ketebalan media filter pada penurunan TSS dengan nilai  $p=0,000$ .

## SARAN

- Nilai BOD dan TSS air limbah rumah tangga di wilayah penelitian sudah berada di atas nilai ambang batas, perlu dilakukan pengolahan sebelum dibuang ke badan air. Berdasarkan penelitian ini, *trickling filter* dengan media tempurung kelapa dapat dimanfaatkan di tingkat rumah tangga. Untuk penurunan BOD dapat dipilih

perlakuan yang paling efektif dari penelitian ini yaitu ketebalan media 100 cm dengan waktu tinggal 3 minggu, sedangkan untuk TSS dapat dibantu dengan penyaringan tambahan dan pengendapan lebih dahulu sebelum dibuang ke saluran pembuangan kota atau badan air.

- Untuk mengurangi beban TSS dalam pengolahan, rumah tangga perlu memasang penyaring (screening) pada saluran pembuangan air limbah baik di dalam rumah maupun luar rumah.

## DAFTAR PUSTAKA

1. A Tresna Sastrawijaya. 2000. Pencemaran Lingkungan. Jakarta, Rineka Cipta.
2. Perdana Ginting. 2007. Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri. Bandung. Yrama Widya.
3. W.H. Bassett.1992. Clay's Handbook of Environmental Health. Sixteen Edition. London. Chapman and Hall Medical.
4. Baku Mutu Lingkungan dan Standarisasi Lingkungan.  
<http://images.soemarno.multiply.com/attachment/o/Ru9esgoKCTgAAA7xvtl1/STANDARISASI%20LINGKUNGAN.doc?nmid=58345430>. 22 Maret 2009.
5. Nurhasan dan Bb. Pramudyanto. 1991. Penanganan Air Limbah Pabrik Tahu. Semarang. Yayasan Bina Karta Lestari.
6. Soeparman dan Suparmin.2001. Pembuangan Tinja dan Limbah Cair. Suatu Pengantar. Jakarta. EGC.
7. Unus Suriawira. 2003. Mikrobiologi Air. Bandung. PT. Alumni.
8. Betty Sri Laksmi Jenie dan Winiati Pudji Rahayu. 1993. Penanganan Limbah Industri Pangan. Yogyakarta. Kanisius.
9. W.H. Bassett.1992. Clay's Handbook of Environmental Health. Sixteen Edition. London. Chapman and Hall Medical.
10. Lud Waluyo,2005. Mikrobiologi Lingkungan. Malang. Penerbit UMM Press
11. Departemen Kehutanan. 2004. Pengolahan Air Limbah. [www.dephut.go.id](http://www.dephut.go.id). 24 April 2009.
12. Sugiharto. 2005. Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah. Jakarta. UI Press.
13. Departemen Perdagangan dan Perindustrian.2003. Trickling Filter.  
[www.deperindag.go.id](http://www.deperindag.go.id), 2 Desember 2008
14. Darmono, 2001. Darmono. 2001. Lingkungan Hidup dan Pencemaran. Jakarta. Penerbit UI Press.
15. Ircham Machfoedz. 2004. Menjaga Kesehatan Rumah dari Berbagai Penyakit. Yogyakarta. Fitramaya
16. Sastrawijaya, 2000. Pencemaran Lingkungan. Jakarta, Rineka Cipta.
17. Azrul Azwar.1989. Pengantar Ilmu Kesehatan Lingkungan. Jakarta. Mutiara Sumber Widya.
18. UN. Mahida.1986. Pencemaran Air Dan Pemanfaatan Limbah Industri. Jakarta. CV. Rajawali.
19. Sakti A. Siregar. 2005. Instalasi Pengolahan Air Limbah: Menuntaskan Pengenalan Alat-Alat dan Sistem Pengolahan Air Limbah. Yogyakarta. Kanisius
20. Total Suspended Solids. <http://www.oceanografi.lipi.go.id>, 1 Januari 2008
21. Suprihanto Notodarmojo, Anne Deniva. 2008. Penurunan Zat Organik dan Kekeruhan Menggunakan Teknologi Membran Ultrafiltrasi dengan Sistem Aliran Dead-End (Studi Kasus : Waduk Saguling, Padalarang).  
<http://ejournal.itb.ac.id/gdl.php?mod=browse&op=read&id=jbptitbpp123-gdl-itb-tcash-suprihanto-26>

22. Soekidjo Notoatmodjo. 2002. Ilmu Kesehatan Masyarakat. Jakarta. PT. Rineka Cipta.
23. Bisma Murti. 2003. Prinsip dan Metode Riset Epidemiologi, Edisi Kedua Jilid Pertama. Yogyakarta, Gadjah Mada University Press
24. Kemas Ali Hanafiah. 2003. Rancangan Percobaan : Teori Dan Aplikasi. Jakarta. PT Raja Grafindo Persada.
25. Sutanto Priyo Hastono. 2001. Modul Analisis Data. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia. Jakarta
26. Istiqomah. 2007. Perbedaan Kadar Biochemical Oxygen Demand (BOD) Air Limbah Tahu Berdasarkan Ketebalan Batu Kali Sebagai Media Trickling Filter. Semarang. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Semarang