

PENGARUH PENGGUNAAN SERBUK BIJI KELOR TERHADAP JUMLAH *Escherichia coli* PADA AIR SUMUR GALI

Ruli Kusuma Wigati*, Hj. Lucky Herawati**, Bambang Suwerda***

*JKL Poltekkes Kemenkes Yogyakarta, Jl. Tatabumi 3, Banyuraden, Gamping, Sleman, DIY 55293,
email: ruli.kusuma_wigati@yahoo.com

** JKL Poltekkes Kemenkes Yogyakarta

***JKL Poltekkes Kemenkes Yogyakarta

Abstract

Dug well water which are contaminated by E. coli are not safe for drinking purposes, so that need proper treatment. However, in long term, the use of chemical compound as water purifier may lead to unwanted effect and therefore the natural ones is more preferable. This study was aimed to understand the applicability of Kelor (Moringa oliefera) seed powder in reducing the number of E. coli in dug well water from Celeban Tahunan of Yogyakarta City by conducting an experiment which followed pre test post test with control group design. The dose of the seed powder was 1,2 gram per liter processed water. The results show that the mean decrease of E. coli in the treatment group was 1019,313 MPN/100 ml or about 73,245 %, meanwhile in the control group it was only 152,733 MPN/100 ml or about 20,324 %. Further analysis proved that the difference of the mean reduction was statistically significant ($p < 0,001$). It is implied that Kelor seed powder is potential for decreasing microbes in drinking water, and therefore people is advised to use it as one alternative for water purification.

Kata Kunci : *Moringa oliefera, penjernihan air minum, E. coli*

PENDAHULUAN

Air adalah salah satu kebutuhan pokok bagi kehidupan di muka bumi ini dan merupakan sarana utama untuk memenuhi kebutuhan hidup. Semua makhluk hidup memerlukan air baik manusia, hewan, maupun tumbuh-tumbuhan¹⁾.

Undang-undang Nomor 36 Tahun 2009 tentang Kesehatan pada pasal 163 ayat (3) menyebutkan bahwa lingkungan yang sehat harus bebas dari unsur-unsur yang menimbulkan gangguan kesehatan, salah satunya adalah air yang tercemar²⁾. Sumber dan penyebab utama pencemaran air tanah umumnya berasal dari kegiatan kota, industri dan pertanian.

Pencemaran akibat kegiatan kota berasal dari limbah penduduk yaitu terutama dari rembesan tangki septik, bocoran saluran air kotor maupun dari pembuangan sampah. Bentuk pence-

maran akibat kegiatan kota ditunjukkan oleh tingginya kadar zat organik, nitrat, bakteri *coli* serta deterjen dalam air tanah³⁾. *Escherichia coli* merupakan salah satu *agent* penyakit yang dapat menyebabkan diare dan disentri⁴⁾.

Hasil pemeriksaan kualitas air sumur gali di Celeban RT 28 RW 07 Kelurahan Tahunan Kota Yogyakarta menunjukkan bahwa tiga sampel air tidak memenuhi syarat secara bakteriologis khususnya *E. coli* yang diatur dalam Permenkes RI Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum⁵⁾. Jumlah *E. coli* pada masing-masing sampel tersebut adalah: ≥ 1898 MPN/100 ml, 48 MPN/100 ml dan 16 MPN/100 ml.

Pencemaran yang terjadi pada air sumur gali dapat dikurangi dengan pengolahan air. Salah satu tujuan dan kegiatan proses pengolahan air bersih adalah menurunkan dan mematikan mikro-

organisme⁶⁾. Salah satu alternatif yang dapat digunakan dalam proses pengolahan air adalah dengan memanfaatkan biji kelor.

Serbuk biji kelor mengandung senyawa yang memiliki sifat antimikroba, khususnya terhadap bakteri. Selain itu, biji kelor mengandung zat aktif, yaitu *4-alfa-4-rhamnosyloxy-benzil-isothiocyante* yang berfungsi mengabsorpsi sekaligus menetralkan tegangan permukaan dari partikel-partikel limbah⁷⁾. Di mana partikel-partikel yang tidak dapat mengendap adalah bakteri, salah satunya *E. coli*⁸⁾.

Pemanfaatan serbuk biji kelor telah disampaikan oleh Pusat Litbang Pemukiman, Departemen Pekerjaan Umum yaitu "6 biji kelor kering yang sudah digerus cukup sebagai koagulan dan disinfektan 1 liter air"⁹⁾. Penelitian serupa juga telah dilakukan di UGM, Yogyakarta dengan hasil "serbuk biji kelor mampu membersihkan 90 persen dari total bakteri *E. coli* dalam seliter air dari sungai dalam waktu 20 menit"⁷⁾.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan serbuk biji kelor dengan dosis aplikasi 1,2 gram/liter terhadap penurunan jumlah *E. coli* pada air sumur gali.

METODA

Penelitian eksperimen ini menggunakan desain *pre test post test with control group* di mana data akan dianalisis secara deskriptif dan analitik. Populasi dalam penelitian ini adalah semua air sumur gali yang ada di rumah warga Ceban RT 28 RW 07 Kelurahan Tahunan Kota Yogyakarta.

Karena merupakan penelitian eksperimen, maka besar sampel minimal ditetapkan sebanyak 15 per kelompok dengan kontrol ketat. Dengan demikian, jumlah sampel yang diperiksa untuk penelitian ini adalah sebanyak 60 sampel yang terbagi ke dalam kelompok *pre* eksperimen, *post* eksperimen untuk kelompok perlakuan; serta *pre* kontrol dan *post* kontrol untuk kelompok tanpa perlakuan. Sampel penelitian diambil dengan metoda *stratified random sampling*.

Jumlah sampel air sumur gali yang digunakan untuk penelitian sebanyak 33 liter dan berat serbuk biji kelor yang digunakan adalah 18 gram. Banyaknya sampel air yang diambil untuk tiap sumur gali adalah 2,2 liter. Masing-masing pengambilan sampel *pre-test* pada kelompok eksperimen dan kontrol sebanyak 100 ml serta pengambilan sampel *post-test* pada kelompok eksperimen dan kontrol sebanyak 1 liter. Berat serbuk biji kelor untuk perlakuan pada kelompok eksperimen masing-masing seberat 1,2 gram. Namun untuk mengantisipasi terjadinya kesalahan maka untuk setiap kelompok ditambahkan lagi lima sampel.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kertas payung, tali, botol plastik air mineral dengan penutup, botol sampel steril, kapas, *kruistang*, korek api, botol plastik air mineral tanpa penutup, corong, pengaduk bambu dengan ukuran panjang 29,3 cm lebar 0,7 cm dan tebal 0,5 cm, kertas label, *cool box* dan *timer*. Adapun bahan yang digunakan adalah alkohol 70%, air sumur gali dan serbuk biji kelor.

Tahapan dalam pelaksanaan penelitian meliputi: 1) pengambilan sampel pemeriksaan air sumur gali sebelum perlakuan pada kelompok eksperimen dan kontrol, 2) pengambilan sampel air sumur gali untuk perlakuan kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, 3) pelaksanaan pengolahan air dengan penggunaan 1,2 gram serbuk biji kelor dilakukan secara *bath* (penambahan 1,2 gram serbuk biji kelor per liter sampel air sumur gali pada perlakuan kelompok eksperimen dan tanpa penambahan 1,2 gram serbuk biji kelor per liter sampel air sumur gali pada perlakuan kelompok kontrol, masing-masing diaduk selama 5 menit dengan waktu kontak 20 menit), 4) pengambilan sampel air untuk pemeriksaan *E. coli* pada air sumur gali *post-test* kelompok eksperimen dan kontrol, 5) pengiriman sampel untuk pemeriksaan *E. coli* pada kelompok eksperimen dan kontrol ke Balai Laboratorium Kesehatan Yogyakarta di Ngadinegaran MJ III/62 Yogyakarta.

Variabel pengganggu yang dikenal dalam penelitian ini adalah: 1) je-

nis biji kelor, yaitu dengan memilih biji kelor yang sudah tua dan kering di pohon, kulitnya berwarna coklat dan kelepaknya pecah, 2) lama pengadukan, yaitu dilakukan selama lima menit baik untuk kelompok eksperimen maupun kelompok kontrol, 3) lama waktu kontak, yaitu selama 20 menit baik untuk kelompok eksperimen maupun kelompok kontrol.

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dan analitik. Analisis statistik menggunakan uji non parametrik *Mann Whitney* dengan derajat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$).

HASIL

Tabel berikut memperlihatkan jumlah *E. coli* pada air sumur gali.

Tabel 1.
Jumlah *E coli* air sumur gali pada kelompok eksperimen

| Kode sampel | Jumlah <i>E coli</i> (MPN/100 ml) | | | % penurunan |
|-------------|-----------------------------------|-----------|----------|-------------|
| | Pre-test | Post-test | Selisih | |
| 1 | 1898 | 494 | 1404 | 73.97 |
| 2 | 1898 | 99 | 1799 | 94.78 |
| 3 | 1898 | 113 | 1785 | 94.05 |
| 4 | 294 | 7 | 287 | 97.62 |
| 5 | 1898 | 11 | 1887 | 99.42 |
| 6 | 1898 | 390 | 1508 | 79.45 |
| 7 | 1898 | 294 | 1604 | 84.51 |
| 8 | 188 | 113 | 75 | 39.89 |
| 9 | 1898 | 38 | 1860 | 97.99 |
| 11 | 1898 | 294 | 1604 | 84.51 |
| 12 | 494 | 294 | 200 | 40.49 |
| 13 | 1898 | 38 | 1860 | 97.99 |
| 14 | 390 | 233 | 157 | 40.27 |
| 16 | 89 | 2 | 87 | 97.75 |
| 17 | 390 | 294 | 96 | 24.62 |
| 19 | 390 | 294 | 96 | 24.62 |
| Jumlah | 19317 | 3008 | 16309 | 1171.92 |
| Rerata | 1207.313 | 188 | 1019.313 | 73.245 |

Berdasarkan Tabel 1 di atas, dapat dilihat bahwa setelah dilakukan analisis

terhadap data, positif terjadi penurunan jumlah *E. coli* sebanyak 1019.313 MPN/100 ml atau 73.245 %. Meskipun demikian, hampir semua sampel air sumur gali belum memenuhi persyaratan yang diatur dalam Permenkes RI Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Namun pada sampel air sumur gali dengan nomor kode 16 hampir memenuhi persyaratan, yaitu setelah ditambahkan serbuk biji kelor jumlah *E. coli* turun menjadi 2 MPN/100 ml.

Tabel 2.
Jumlah *E coli* air sumur gali pada kelompok kontrol

| Kode sampel | Jumlah <i>E coli</i> (MPN/100 ml) | | | % penurunan |
|-------------|-----------------------------------|-----------|---------|-------------|
| | Pre-test | Post-test | Selisih | |
| 1 | 1898 | 1898 | 0 | 00.00 |
| 2 | 1898 | 1898 | 0 | 00.00 |
| 3 | 494 | 59 | 435 | 88.07 |
| 4 | 294 | 294 | 0 | 00.00 |
| 5 | 294 | 233 | 61 | 20.75 |
| 6 | 1898 | 1898 | 0 | 00.00 |
| 7 | 1898 | 489 | 1409 | 74.24 |
| 8 | 1898 | 1898 | 0 | 00.00 |
| 9 | 494 | 494 | 0 | 00.00 |
| 10 | 1898 | 1898 | 0 | 00.00 |
| 11 | 1898 | 1898 | 0 | 00.00 |
| 12 | 1898 | 1898 | 0 | 00.00 |
| 13 | 53 | 39 | 14 | 26.42 |
| 18 | 390 | 18 | 372 | 95.38 |
| 20 | 1898 | 1898 | 0 | 00.00 |
| Jumlah | 19101 | 16810 | 2291 | 304.86 |
| Rerata | 1273.4 | 1120,67 | 152.73 | 20.324 |

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 2 di atas, terdapat 9 sampel air sumur gali yang mengandung jumlah *E. coli* dengan batas maksimal (1898 MPN/100ml).

Setelah dilakukan pengadukan selama 5 menit tanpa penambahan 1,2 gram serbuk biji kelor dan menunggu selama 20 menit (waktu kontak 20 menit) tidak terjadi peningkatan atau penurunan jum-

lah *E. coli* pada sampel air sumur gali, tetapi terdapat beberapa sampel yang mengalami penurunan signifikan yaitu pada sampel dengan kode 3, 7 dan 18.

Masing-masing sampel tersebut turun sebesar 435 MPN/100ml, 1409 MPN/100ml dan 372 MPN/100ml atau sebesar 88,05 %, 74,23 % dan 95,38 %. Rata-rata selisih positif jumlah *E. coli* di kelompok kontrol adalah 152.7333 MPN/100ml atau 20.324 %.

Tabel 2.

Perbandingan selisih penurunan *E. coli* air sumur gali antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol

| Selisih penurunan <i>E. coli</i> (MPN/100 ml) | | | |
|---|---------------------|-------------|------------------|
| Kode sampel | Kelompok eksperimen | Kode sampel | Kelompok kontrol |
| 1 | 1404 | 1 | 0 |
| 2 | 1799 | 2 | 0 |
| 3 | 1785 | 3 | 435 |
| 4 | 287 | 4 | 0 |
| 5 | 1887 | 5 | 61 |
| 6 | 1508 | 6 | 0 |
| 7 | 1604 | 7 | 1409 |
| 8 | 75 | 8 | 0 |
| 9 | 1860 | 9 | 0 |
| 11 | 1604 | 10 | 0 |
| 12 | 200 | 11 | 0 |
| 13 | 1860 | 12 | 0 |
| 14 | 157 | 13 | 14 |
| 16 | 87 | 18 | 372 |
| 17 | 96 | 20 | 0 |
| 19 | 96 | | |
| Jumlah | 16309 | Jumlah | 2291 |
| Rerata | 1019.313 | Rerata | 152,733 |

Berdasarkan perbandingan selisih positif jumlah *E. coli* pada air sumur gali, dapat dilihat bahwa penurunan yang terjadi pada kelompok eksperimen jauh lebih besar dibanding penurunan pada kelompok kontrol. Rata-rata selisih penurunan jumlah *E. coli* pada kelompok eksperimen sebesar 1019.313 MPN/100ml dan pada kelompok kontrol sebesar 152.73 MPN/100ml.

Secara deskriptif terlihat bahwa perbedaan selisih penurunan di antara kedua kelompok penelitian sangat berbeda. Tetapi untuk memastikannya, secara analitik perlu dilakukan uji statistik dengan terlebih dahulu memeriksa kenormalan distribusi data yang diperoleh.

Untuk mengetahui apakah data hasil pemeriksaan tersebut berasal dari distribusi normal atau tidak, maka dilakukan uji normalitas dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov, di mana ternyata untuk kelompok eksperimen, *p-value* yang diperoleh sebesar 0,251 dan untuk kelompok kontrol sebesar 0,018. Hal ini berarti, data selisih jumlah *E. coli* pada air sumur gali pada kelompok eksperimen berasal dari populasi yang terdistribusi secara normal, sedangkan untuk kelompok kontrol tidak.

Berdasarkan uji normalitas di atas, maka dilanjutkan dengan analisis statistik non parametrik dengan menggunakan uji *Mann Whitney* pada derajat kepercayaan 95%, di mana hasilnya menunjukkan nilai $p < 0,001$ yang berarti bahwa rerata selisih penurunan *E. coli* pada air sumur gali antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol memang berbeda secara signifikan, sehingga dapat disimpulkan bahwa pemberian serbuk biji kelor dengan dosis 1,2 gram/liter berpengaruh terhadap jumlah *E. coli* pada air sumur gali yang digunakan di dalam penelitian ini.

PEMBAHASAN

Sumur gali adalah sarana untuk menyadap dan menampung air tanah untuk air minum dengan cara menggali tanah berbentuk sumuran agar mendapatkan air yang sehat dan murah serta dapat dimanfaatkan oleh perorangan, rumah tangga maupun kelompok¹⁰⁾.

Air tanah dangkal berupa sumur memiliki kualitas agak baik karena lumpur dan sebagian bakteri tertahan melalui proses peresapan air dari permukaan tanah sehingga air tanah akan jernih, tetapi kuantitas airnya kurang cukup karena akan sangat tergantung pada musim, di mana pada musim hujan air akan

tersedia dengan cukup dan sebaliknya pada musim kemarau¹⁾.

Sarana penyediaan air ini banyak digunakan oleh penduduk yang tinggal di Celeban RT 28 RW 07 Kelurahan Tahunan Kota Yogyakarta, yaitu sebanyak 78,48 % yang menggunakannya. Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan terhadap air sumur gali yang ada di daerah tersebut, pada 20 sampel ternyata tidak memenuhi persyaratan bakteriologis air minum yang sudah ditetapkan, khususnya mengenai batasan jumlah bakteri *E. coli* yang diperbolehkan.

Rata-rata jumlah *E. coli* air sumur gali pada kelompok eksperimen (yaitu dengan penggunaan 1,2 gram serbuk biji kelor per liter sampel air sumur gali dengan waktu kontak selama 20 menit) ternyata mampu turun, yang semula berkisar pada 1207.313 MPN/100 ml menjadi tinggal 188 MPN/100 ml. Dengan demikian, penggunaan serbuk biji kelor pada sampel air sumur gali dapat menurunkan jumlah *E. coli* sebanyak 1019.313 MPN/100ml atau 73.245 %. Adapun rata-rata jumlah *E. coli* air sumur gali pada kelompok kontrol yang semula 1273.4 MPN/100 ml turun menjadi sekitar 1120.667 MPN/100 ml atau hanya turun sebesar 20,324 %.

Selisih penurunan jumlah *E. coli* antara kelompok eksperimen dan kontrol setelah diuji secara statistik menunjukkan kebermaknaan, yang berarti penggunaan serbuk biji kelor dengan dosis 1,2 gram/liter berpengaruh terhadap jumlah *E. coli* pada air sumur gali.

Secara keseluruhan, jumlah *E. coli* pada kelompok eksperimen dapat diturunkan, meskipun terdapat data yang mengalami kenaikan ataupun tetap pada kondisi awal. Penyebab tetap dan meningkatnya jumlah *E. coli* belum dapat diketahui secara pasti, sehingga perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan tujuan agar proses pengolahan selanjutnya dapat berjalan dengan baik.

Pengolahan air menggunakan biji kelor untuk menurunkan kandungan bakteri telah dilakukan oleh peneliti lain. Penelitian yang dilakukan oleh Pusat Litbang Pemukiman, Departemen Pekerjaan Umum memperoleh hasil bahwa 6 biji

kelor kering yang sudah digerus cukup sebagai koagulan dan disinfektan 1 liter air⁹⁾ dan penelitian yang dilakukan di UGM menemukan hasil bahwa serbuk biji kelor mampu membersihkan 90 % dari total bakteri *E. coli* dalam seliter air dari sungai dalam waktu 20 menit⁷⁾.

Usaha teknis yang dilakukan untuk mengubah sifat-sifat suatu zat pada air sumur gali dapat dilakukan dengan pengolahan air secara bakteriologis atau disebut dengan pengolahan sebagian (*partial treatment process*). Pengolahan bakteriologis adalah suatu tingkat pengolahan untuk membunuh/memusnahkan bakteri patogen yang terkandung dalam air¹⁾.

Salah satu bahan disinfektan alami yang dapat digunakan untuk membunuh bakteri dalam air adalah biji kelor. Kelor (*Moringa oliefera*) termasuk jenis tumbuhan perdu yang dapat memiliki ketinggian batang mencapai 7-11 meter. Kelor dapat berkembang biak dengan baik pada daerah yang mempunyai ketinggian tanah 300-500 meter di atas permukaan laut¹¹⁾.

Penurunan jumlah *E. coli* pada air sumur gali setelah diolah dengan menggunakan serbuk biji kelor disebabkan karena biji kelor mengandung zat aktif, 4-*alfa-4-rhamnosyloxy-benzil-isothiocyanate* yang berfungsi mengabsorpsi sekaligus menetralkan tegangan permukaan partikel-partikel air atau sebagai koagulan⁷⁾.

Bakteri merupakan partikel yang tidak dapat mengendap secara gravitasi, sehingga dengan kemampuan biji kelor dalam mengabsorpsi dan menetralkan tegangan permukaan partikel dalam air mampu menyebabkan bakteri *E. coli* pada air sumur gali dapat diserap dan mengendap secara gravitasi⁸⁾. Selain itu, bubuk biji kelor juga mengandung senyawa yang memiliki sifat antimikroba, khususnya terhadap bakteri. Akibatnya bakteri *E. coli* akan mati dan mengendap pada bagian dasar air bersama dengan serbuk biji kelor⁷⁾.

Pencemaran akibat kegiatan kota umumnya berasal dari limbah penduduk yaitu rembesan tanki septik, bocoran saluran air kotor maupun dari pembua-

ngan sampah. Bentuk pencemaran akibat dari kegiatan kota ditunjukkan oleh tingginya kadar zat organik, nitrat, bakteri *coli* dan deterjen dalam air tanah atau sumur gali³⁾.

Bakteri *coli* merupakan indikator adanya bakteri fecal dan juga merupakan tanda kehadiran bakteri lain. Salah satu bakteri *coli* adalah *E. coli*¹²⁾, yaitu salah satu bakteri yang tergolong *coli-form* dan hidup secara normal dalam kotoran manusia maupun hewan, oleh karena itu disebut juga koliform fecal¹³⁾.

Apabila terjadi pencemaran pada air sumur gali oleh *E. coli* maka dapat mengakibatkan penyakit diare atau *dysentrie*⁴⁾. Air yang tercemar oleh kotoran manusia maupun hewan tidak dapat digunakan untuk keperluan minum karena dianggap mengandung mikroorganisme patogen yang berbahaya bagi kesehatan, terutama bakteri penyebab infeksi saluran pencernaan.

Bakteri patogen yang sering ditemukan di dalam air adalah bakteri-bakteri penyebab saluran pencernaan seperti *Vibrio cholera* penyebab penyakit kolera, *Shigella dysenteriae* penyebab disentri basiler, *Salmonella typhosa* penyebab tifus dan *Salmonella paratyphi* penyebab paratifus, *Vibrio polio* dan Hepatitis, serta *Entamoeba histolytica* penyebab disentri amuba¹³⁾.

KESIMPULAN

Serbuk biji kelor dengan dosis 1,2 gram/liter berpengaruh terhadap penurunan jumlah *E. coli* pada air sumur gali yang berasal dari daerah Celeban RT 28 RW 07 Kelurahan Tahunan Kota Yogyakarta. Hal ini ditunjukkan baik dengan penyajian data secara deskriptif maupun dengan uji statistik. Prosentase penurunan jumlah *E. coli* pada air sumur gali menggunakan dosis serbuk biji kelor tersebut mencapai 73,245 %.

SARAN

Masyarakat disarankan dapat memanfaatkan serbuk biji kelor sebagai salah satu metoda alternatif yang dapat digunakan untuk menurunkan jumlah *E.*

coli pada air sumur gali. Dosis yang disarankan adalah 1,2 gram untuk setiap liter air yang akan didisinfeksi, atau kurang lebih setara dengan 6 biji kelor per liter air.

Penelitian lanjutan terkait yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan mesin pengaduk sehingga kecepatan pengadukan pada proses penelitian dapat dilakukan secara lebih seragam dan tidak mengganggu hasil penelitian. Selanjutnya penelitian tentang penerimaan masyarakat terhadap air yang sudah diolah dengan menggunakan serbuk biji kelor juga dapat dilakukan untuk meneliti tingkat aplikasi metoda ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sutrisno, T., 2006. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*, Rineka Cipta, Jakarta.
2. Depkes RI., 2009. *Undang-Undang Nomor 36 Tahun 2009 tentang Kesehatan*, Depkes RI, Jakarta
3. Purnama, S., 2010. *Hidrologi Air Tanah*, Kanisius, Yogyakarta
4. Slamet, J. S., 2006. *Kesehatan Lingkungan*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta:
5. Menkes RI, 2010. *Permenkes RI Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum*. Jakarta
6. Kusnaedi, 2006. *Mengolah Air Gambut dan Air Kotor untuk Air Minum*. Penebar Swadaya, Jakarta
7. Aliya D. R., 2001. *Mengenal Teknik Penjernihan Air*. CV Aneka Ilmu, Semarang
8. Waluyo, L., 2005. *Mikrobiologi Lingkungan*, UMM Press, Yogyakarta
9. Eshna., 2010. *Koagulasi dan Flokulasi*, diunduh tanggal 16 Februari 2011 dari: <http://ehsablog.com/koagulasi-dan-flokulasi.html>.
10. Pengembangan Prasarana Perdesaan, 2002. *Manual Teknis Pemberdayaan Masyarakat: Sumur Gali*, diunduh tanggal 16 Februari 2011 dari: http://digilibampl.net/detail/detail.php?kode=677&row=&tp=pustaka&ktg=p&etunjuk&kd_link=.

11. Kharistya, 2006. *Teknologi Tepat Guna Penjernihan Air dengan Biji Kelor (Moringa oleifera)*, diunduh tanggal 11 Maret 2010 dari: <http://kharistya.wordpress.com/2006/11/09/teknologi-tepat-guna-penjernihan-air-dengan-biji-kelor-moringa-oleifera/>.
12. Suriawiria, U., 2003. *Mikrobiologi Air*, Alumni, Bandung
13. Fardiaz, S., 2007. *Polusi Air dan Udara*, Kanisius, Yogyakarta