

**PERBANDINGAN KUANTITAS BAKTERI *COLIFORM* PADA LIMBAH
CAIR SEBELUM DAN SESUDAH PENGOLAHAN LIMBAH MENURUT
SISTEM DEWATS DI RSI YARSIS SURAKARTA**

NASKAH PUBLIKASI

Diajukan Kepada Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Surakarta
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai Derajat
Sarjana Kedokteran



Diajukan Oleh :

AFGRIN TRI HARDANIK

J500 090 045

**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2013

NASKAH PUBLIKASI

PERBANDINGAN KUANTITAS BAKTERI *COLIFORM* PADA LIMBAH CAIR SEBELUM DAN SESUDAH PENGOLAHAN LIMBAH MENURUT SISTEM DEWATS DI RSI YARSIS SURAKARTA

Yang diajukan Oleh :

Afgrin Trihardanik
J500090045

Telah disetujui dan dipertahankan dihadapan dewan penguji skripsi Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Surakarta pada hari Sabtu, tanggal 26 januari 2013

Penguji

Nama : dr. H. M. Amin Romas, DSMK

(.....)

Pembimbing Utama

Nama : Prof.Dr.dr. J. Priyambodo, Sp.MK (K)

NIP : 194309181976091001

(.....)

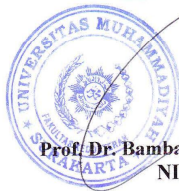
Pembimbing Pendamping

Nama : dr. Anika Candrasari

NIK : 1237

(.....)

Dekan FK UMS



Prof. Dr. Bambang Soebagyo, dr. Sp.A(K)
NIK : 300.1243

ABSTRAK

Afgrin Tri Hardanik, J500090045, 2013. Perbandingan Kuantitas Bakteri *Coliform* pada Limbah Cair Sebelum dan Sesudah Pengolahan Limbah menurut Sistem DEWATS di RSI Yarsis Surakarta

Latar Belakang: Rumah sakit dalam upayanya memberikan pelayanan kesehatan kepada masyarakat, juga menghasilkan produk samping berupa sampah dan limbah yang dapat menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan bila tidak dikelola dengan baik, karena semua limbah cair rumah sakit kemungkinan mengandung bahan kimia, infeksius dan radioaktif. Salah satu upaya tersebut untuk mencegah terjadinya pencemaran air yang berasal dari limbah cair diperlukan adanya pengolahan limbah, dimana air buangan yang keluar dari tempat pengolahan limbah tersebut diharapkan mutunya sudah memenuhi syarat baku mutu limbah yang telah ditentukan. Salah satu sistem pengolahan limbah cair rumah sakit adalah menggunakan sistem DEWATS, namun masih banyak rumah sakit yang belum mengetahui efektifitas pengolahan limbah dalam menurunkan bakteri coliform yang ada di air limbah.

Tujuan: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan kuantitas bakteri *Coliform* pada limbah cair sebelum dan sesudah pengolahan limbah menurut sistem DEWATS di RSI Yarsis Surakarta

Metode: Penelitian ini menggunakan metode *Experimental Research* dengan desain *pretest and posttest*. Untuk menguji kemaknaan hubungan antara dua variabel tersebut digunakan uji *Willcoxon-Rank Test*.

Hasil Penelitian: Dari hasil penelitian 20 sampel limbah cair sebelum dan sesudah pengolahan didapatkan hasil rata-rata $> 12000/100$ ml. Hal ini menunjukkan bahwa dua rata-rata kuantitas sebelum dan sesudah pengolahan limbah adalah tidak ada penurunan jumlah *coliform*. Pada uji statistik didapatkan dengan nilai (p) signifikansi 1.00. Nilai p tersebut adalah > 0.05 , maka dapat disimpulkan bahwa distribusi data yang ada tidak signifikan. Sehingga berdasarkan hipotesis sebelumnya jika $p > 0.05$ maka H_0 diterima. Hal ini karena data yang seragam seperti ini jika diolah dalam bentuk uji beda tidak akan bermakna.

Kesimpulan: Tidak ada perubahan kuantitas bakteri *Coliform* pada limbah cair sebelum dan sesudah pengolahan limbah menurut sistem DEWATS di RSI Yarsis Surakarta.

Kata kunci : kuantitas, coliform, pengolahan limbah, limbah cair, DEWATS

ABSTRACT

Afgrin Tri Hardanik, J500090045, 2013. Comparison of Coliform Bacteria Quantity Contained in Effluent Water Before and After Wastewater Treatment System of DEWATS of Yarsis Islamic Hospital of Surakarta.

Background: In its efforts of providing health services to community, a hospital also produces trash and waste that can have negative impacts on health if it is not managed properly, because all the hospital's wastes may contain chemicals, infectious and radioactive. One such effort of preventing water pollution derived from liquid waste needs an installation of waste treatment system, with a goal that effluent water flowing out of the waste treatment installation has quality meeting with established quality standards of waste. One of the liquid waste treatment systems is called DEWATS. However, many hospitals are not recognizing the effectiveness of waste treatment in reducing coliform bacteria containing in the waste water, yet.

Objective: This study aimed to compare quantity of coliform bacteria contained in the effluent before and after wastewater treatment system of DEWATS of Yarsis Hospital of Surakarta.

Methods: The research uses experimental research method with pretest and posttest design. Significance of relationship between the two variables was examined by using *Willcoxon-Rank Test*.

Results: Results of the study on 20 samples of wastewater before and after treatment obtained an average yield of $> 12000/100$ ml. This suggests that the two average quantities obtained before and after wastewater treatment are found to have similar number of coli forms. Statistikal tests obtained the p value was > 0.05 , thus it can be concluded that distribution of the data is not significant. So based on the previous hypothesis if $p > 0.05$ then H_0 is agree. This is because such uniform data if processed in a different test would not be meaningful.

Conclusion: there is not changed of Coliform Bacteria Quantity Contained in Effluent Water Before and After Wastewater Treatment System of DEWATS of Yarsis Islamic Hospital of Surakarta.

Keywords: quantity, coliform, sewage treatment, wastewater, DEWATS

PENDAHULUAN

Tugas rumah sakit umum menurut KEPMENKES RI Nomor: 983/Menkes/SK/XI/1992, adalah melaksanakan upaya kesehatan secara berdaya guna dan berhasil guna dengan mengutamakan upaya penyembuhan dan pemeliharaan yang dilaksanakan secara serasi dan terpadu dengan upaya peningkatan dan pencegahan (Siregar, 2003).

Selain membawa dampak positif bagi masyarakat, yaitu sebagai tempat penyembuhan orang sakit, rumah sakit juga memiliki kemungkinan membawa dampak negatif (Djaja & Maniksulistya, 2006). Semua kegiatan pelayanan medis di rumah sakit akan menghasilkan produk samping berupa sampah dan limbah yang dapat diindikasikan sebagai *reservoir*, yang dapat menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan (Darmadi, 2008). Salah satunya dapat berupa pencemaran dari suatu proses kegiatan, yaitu bila limbah yang dihasilkan tidak dikelola dengan baik, karena semua limbah cair rumah sakit kemungkinan mengandung bahan kimia (toksik), infeksius dan radioaktif (Niati dkk, 2006). Berdasarkan hasil *Rapid Assessment* tahun 2002 oleh Ditjen P2MPL Direktorat Penyediaan Air dan Sanitasi yang melibatkan Dinas Kesehatan Kabupaten dan Kota, menyebutkan bahwa sebanyak 648 rumah sakit dari 1.476 rumah sakit memiliki insinerator baru 49% dan yang memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) sebanyak 36%. Dari jumlah tersebut kualitas limbah cair yang telah melalui proses pengolahan yang memenuhi syarat baru mencapai 52% (Djaja & Maniksulistya, 2006).

RSI Yarsis Surakarta merupakan salah satu rumah sakit besar yang ada di Surakarta. Dalam upayanya memberikan pelayanan kesehatan kepada masyarakat, rumah sakit juga menghasilkan limbah yang memiliki potensi mencemari lingkungan yang dapat berakibat buruk bagi lingkungan sekitar. Limbah medis dapat berbentuk padat, setengah padat, atau cair (Darmadi, 2008). IPAL RSI Yarsis menggunakan sistem DEWATS (*Decentralized Wastewater Treatment System*) atau sistem pengolahan air limbah terdesentralisasi yang berfungsi mengolah semua limbah cair rumah sakit yang berasal dari buangan seperti: *Laundry*, Dapur, Kamar Mandi, Instalasi Rawat Darurat, Instalasi Rawat Jalan, instalasi rawat inap, instalasi bedah sentral, instalasi farmasi, laboratorium dan radiologi (<http://www.rsisyarsis.com>). Untuk mencegah terjadinya pencemaran air yang berasal dari limbah cair Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor KEP-58/MENLH/12/1995, tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan rumah sakit diwajibkan menyediakan sarana pengelolaan limbah cair maupun limbah padat agar seluruh limbah yang dibuang ke saluran umum memenuhi baku mutu limbah yang ditetapkan menurut peraturan yang berlaku (Sumiyati, 2007).

Pengolahan limbah di RSI Yarsis Surakarta dilakukan untuk menurunkan tingkat pencemaran baik secara fisika, kimia maupun mikrobiologis. Khusus untuk pengolahan secara mikrobiologis, unit pengolahan limbah di rumah sakit ini menggunakan bakteri *Coliform* sebagai indikator parameternya. Bakteri tersebut merupakan segolongan besar dan heterogen kuman-kuman batang gram negatif yang dalam batas-batas tertentu mirip *Escherichia coli*. Grup *Coliform* terdiri atas

beberapa genera yang termasuk dalam famili *Enterobacteriaceae*. Diantaranya adalah golongan *Klebsiella-Enterobacter-Serratia*, golongan *Arizona-Edwardsiella-Citrobacter*, golongan *Providentia*. Secara klinis Coliform dapat menyebabkan beberapa penyakit, baik yang disebabkan oleh antigennya ataupun toksin yang dihasilkan, antara lain adalah demam, leucopenia, hipoglikemi, syok, dan kerusakan perfusi pada organ (Jawetz, 2007).

Untuk mengetahui tingkat perbandingan kuantitas bakteri *Coliform* pada limbah cair sebelum dan sesudah pengolahan limbah menurut sistem DEWATS di RSI Yarsis Surakarta, maka penulis berkeinginan untuk melakukan penelitian ini.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian *Experimental Research* dengan rancangan penelitian *one group pre and post test design* yang dilaksanakan di UPTD Laboratorium Kesehatan DKK Surakarta pada bulan Desember 2012. Subjek penelitian adalah menggunakan *Coliform* sebagai bakteri indikator, serta limbah cair sebelum pengolahan dan sesudah pengolahan limbah sebagai bahan uji.

Variabel bebas penelitian ini adalah limbah cair menurut sistem DEWATS. Variabel terikat pada penelitian ini adalah kuantitas *Coliform* dalam sampel hasil sebelum dan sesudah pengolahan limbah. Yang termasuk variabel pengganggu adalah variabel luar terkendali adalah kondisi alat pengolahan, sedangkan variabel luar tidak terkendali adalah tingkat hunian rumah sakit, debit air yang digunakan, penggunaan antiseptik, serta penggunaan desinfektan.

Pengambilan sampel sebanyak 10 sampel limbah cair sebelum dan 10 sampel sesudah pengolahan limbah. Prosedur pemeriksaan pada penelitian ini dengan menggunakan metode MPN Tabung Ganda 3-3-3, dimana terdiri dari 3 uji yaitu *presumptive test* dengan menggunakan media *Lactose Broth*, kemudian hasil yang positif dilanjutkan ke *confirmed test* dengan menggunakan media BGLB, lalu dilakukan perhitungan jumlah kuman *coliform* dengan konversi tabel MPN *coliform*, kemudian hasil yang positif pada uji kedua dilanjutkan ke *completed test* dengan menggunakan media Endo Agar.

Analisis data penelitian ini menggunakan uji non parametrik *Willcoxon-Rank Test* yang diolah dengan menggunakan program SPSS 17.0 for Windows.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Tabel 4.1. Hasil Jumlah *Coliform* Sebelum Pengolahan Limbah

No Sampel	Parameter Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan Coliform per 100 ml	Kadar Maksimal Yang diperbolehkan
1	Total Coliform	> 12000	-
2	Total Coliform	> 12000	-
3	Total Coliform	> 12000	-
4	Total Coliform	> 12000	-
5	Total Coliform	> 12000	-
6	Total Coliform	> 12000	-
7	Total Coliform	> 12000	-
8	Total Coliform	> 12000	-
9	Total Coliform	> 12000	-
10	Total Coliform	> 12000	-

Tabel 4.1, menunjukkan bahwa rata-rata dari 10 sampel sebelum pengolahan diambil dengan interval waktu 15 menit setiap sampelnya, didapatkan dengan hasil sama yaitu > 12000, dimana dilakukan 5 kali pengenceran dengan metode MPN Tabung Ganda 3-3-3. Belum ada rujukan baku mutu limbah sebelum pengolahan limbah.

Sementara itu hasil pengujian jumlah bakteri *Coliform* sesudah pengolahan limbah disajikan pada **Tabel 4.2**

Tabel 4.2. Hasil Pengujian Jumlah Bakteri *Coliform* Pada Limbah Cair Sesudah Pengolahan Limbah

No Sampel	Parameter Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan Coliform Per 100 ml	Kadar Maksimal Yang diperbolehkan
1	Total Coliform	> 12000	5000
2	Total Coliform	> 12000	5000
3	Total Coliform	> 12000	5000
4	Total Coliform	> 12000	5000
5	Total Coliform	> 12000	5000
6	Total Coliform	> 12000	5000
7	Total Coliform	> 12000	5000
8	Total Coliform	> 12000	5000
9	Total Coliform	> 12000	5000
10	Total Coliform	> 12000	5000

Dari tabel 4.2 didapatkan rata-rata dari 10 sampel sesudah pengolahan dengan interval waktu 15 menit tiap sampelnya, didapatkan dengan hasil sama yaitu >12000, dimana dilakukan 5 kali pengenceran dengan metode MPN

Tabung Ganda 3-3-3. Dengan kadar maksimal yang diperbolehkan adalah 5000 per 100 ml, berdasarkan baku mutu limbah menurut Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004.

B. Hasil Uji Statistik

Hasil uji statistik penelitian ini disajikan dalam lampiran 6 dengan menggunakan pengolahan data SPSS 17.0 *for Windows*. Pengujian analisis hipotesis menggunakan teknik uji beda dua sampel berpasangan dengan metode non parametrik yaitu *Willcoxon-Rank Test*. Jadi, distribusi datanya tidak menjadi syarat uji *Willcoxon-Rank Test*. Adapun hasil pengujian dengan *Willcoxon-Rank Test* menunjukkan nilai nol atau tidak memiliki hasil sebagaimana yang diharapkan.

Berdasarkan hasil uji statistik menunjukkan bahwa tidak ada korelasi antara dua variabel. Hal ini menunjukkan bahwa dua rata-rata kuantitas sebelum dan sesudah pengolahan limbah adalah tidak ada penurunan jumlah kuman didapatkan dengan nilai (p) sig 1.00. Nilai p tersebut adalah > 0.05 , maka dapat disimpulkan bahwa data yang ada tersebut tidak signifikan. Sehingga berdasarkan hipotesis sebelumnya, jika $p > 0.05$ maka H_0 diterima, yaitu rata-rata kuantitas bakteri *coliform* sebelum dan sesudah pengolahan limbah adalah sama, hal ini karena input data yang diuji memiliki kriteria yang kurang sesuai dengan teknik uji ini selain hasil data pengolahan yang menunjukkan nilai yang seragam, baik nilai limbah cair sebelum maupun sesudah pengolahan limbah menurut hasil pengukuran data Laboratorium DKK Surakarta menunjukkan besaran yang sama yaitu sebesar lebih dari 12.000. Sehingga data yang seragam seperti ini jika diolah dalam bentuk uji beda tidak akan bermakna.

C. Pembahasan

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental tentang perbandingan kuantitas bakteri *coliform* pada limbah cair sebelum dan sesudah pengolahan limbah menunjukkan bahwa tidak ada korelasi antara dua variabel. Rata-rata jumlah bakteri *coliform* sesudah pengolahan limbah cair yaitu > 12000 . Berdasarkan rujukan terhadap standar baku mutu limbah menurut Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah nomor 10 Tahun 2004 pada parameter mikrobiologi kuman golongan Coli dengan kadar maksimum yaitu 5000 MPN/100 ml. Maka dari hasil pengukuran tersebut dapat diketahui bahwa kadar *coliform* masih melebihi standar baku mutu limbah. IPAL di RSI Yarsis Surakarta menggunakan sistem DEWATS dengan modifikasi tahap klorinasi. Klorinasi adalah pembubuhan dengan senyawa *chlorine* dalam air limbah dengan dosis dan waktu kontak tertentu. Senyawa klor merupakan sebagai desinfektan maupun oksidator, sehingga seluruh mikroorganisme patogennya dapat dimatikan (Anonim, 2002).

Berdasarkan hasil penelitian pengolahan limbah masih belum berfungsi efektif dalam menurunkan kadar bakteri *coliform*. Dengan demikian limbah cair rumah sakit yang dibuang ke sungai diduga masih mengandung bakteri

patogen. Oleh karena itu, air limbah dari RSI Yarsis dapat membahayakan bagi kehidupan hewan air ditempat pembuangan limbah, maupun pada manusia yang memanfaatkannya, karena ada mikroorganisme patogen yang mampu menular bukan hanya pada manusia, namun juga pada hewan.

Dari hasil penelitian yang dilakukan peneliti kemungkinan disebabkan karena keefektifan klorinasi terutama tergantung pada konsentrasi C (mg/l) dan waktu kontak T (menit). Bila konsentrasi klor dikurangi, maka waktu kontak antara klor dengan organisme pada air limbah harus diperpanjang untuk meyakinkan pemusnahan, begitupula sebaliknya. Hal yang penting mengetahui waktu kontak dan tipe sisa klor yang digunakan dan konsentrasi yang tepat harus diberikan. Faktor lain yang mempengaruhi keefektifan klorinasi adalah temperatur air limbah yang lebih rendah, daya bunuh cenderung lebih rendah, karena klorinasi lebih efektif pada temperatur yang lebih tinggi. pH air limbah juga dapat mempengaruhi aksi desinfeksi klor, jika pH air limbah tinggi maka dosis klor harus dinaikkan untuk mempertahankan kadar yang efektif. Kekeruhan pada air limbah yang disebabkan partikel-partikel kotoran kecil dan suspensi zat pengotor lainnya akan menghalangi kontak dan melindungi mikroorganisme terhadap daya desinfeksi. Oleh karena itu agar klorinasi berjalan efektif, kekeruhan harus dihilangkan (Anonim, 2005).

Kemungkinan sebab lainnya adalah karena pengambilan sampel yang dilakukan pada waktu-waktu debit air meningkat dimana aktifitas pemakaian air seperti mandi, mencuci pakaian, alat makan, dan peralatan pasien lainnya, hampir semua dilakukan pada waktu pagi hari, sehingga masa tinggal air limbah dalam proses pengolahan berkurang yang diduga menyebabkan proses pengolahan tersebut menjadi tidak efisien. Kondisi fungsi alat pengolahan telah menurun yang dapat disebabkan karena timbulnya permasalahan yang terjadi pada pengoperasian IPAL sistem DEWATS, seperti pada komponen penghasil limbah, limbah yang berasal dari dapur masih mengandung sisa-sisa makanan dan lemak yang dapat membeku pada udara yang dingin dapat menyebabkan penyumbatan pada saluran IPAL. Komponen limbah non-B3 yang berasal dari radiologi, kamar operasi dan limbah kimia laboratorium dapat mempengaruhi proses anaerobik pada sistem DEWATS. Komponen pemipaan, terjadinya penyumbatan pada sistem pemipaan menuju IPAL, air limbah tidak dapat mengalir lancar menuju bak inlet. Hal tersebut dapat diakibatkan oleh limbah yang berasal dari dapur dan sampah yang masuk seperti plastik, pembalut yang berasal dari kamar mandi atau WC. Sehingga harus senantiasa dijaga dari kerusakan dan diperiksa secara periodik. Komponen IPAL, terjadinya kerusakan pada salah satu komponen, akan mempengaruhi proses akhir buangan IPAL sehingga akan berpengaruh terhadap tercapainya syarat standart baku mutu.

Faktor lain yang dapat mempengaruhi hasil penelitian kemungkinan karena adanya keterbatasan penelitian. Keterbatasan waktu, tenaga, dan materi. Cara pengambilan sampel yang kurang tepat, pengambilan sampel yang menggunakan interval waktu yang terlalu lama yaitu 15 menit dari sampel satu ke sampel berikutnya, sehingga mempengaruhi replikasi bakteri

coliform. Peralatan pengambilan sampel yang masih kurang, tempat laboratorium yang berbeda dengan tempat lokasi pengambilan sampel sehingga membutuhkan waktu transportasi yang dapat mempengaruhi jumlah *coliform*, suhu sekitar juga dapat mempengaruhi replikasi jumlah *coliform*. Prosedur pemeriksaan laboratorium yang masih memerlukan uji pendahuluan dengan pengenceran lebih dari 5 kali serta lebih memperhatikan tindakan aseptik saat pemeriksaan.

Pengujian atau penelitian dengan jumlah sampel lebih besar dan tidak menggunakan jeda waktu yang terlalu lama tiap sampelnya diharapkan akan mewakili setiap rentang dari waktu-waktu saat air limbah dihasilkan diperlukan untuk melengkapi dan menyempurnakan hasil penelitian yang dilakukan penulis.

KESIMPULAN DAN SARAN

Tidak terdapat perbedaan yang bermakna terhadap perbandingan kuantitas bakteri *coliform* pada limbah cair sebelum dan sesudah pengolahan limbah menurut sistem DEWATS di RSI Yarsis Surakarta. Kemampuan IPAL menurut sistem DEWATS di RSI Yarsis Surakarta dalam menurunkan kadar bakteri *coliform* masih kurang efektif. Air hasil pengolahan limbah cair di RSI Yarsis Surakarta untuk parameter mikrobiologis selama dilakukan penelitian masih melebihi standar baku mutu limbah

Perlunya meningkatkan informasi kepada instansi terkait khususnya RSI Yarsis Surakarta untuk lebih memperhatikan kualitas air buangan limbah terutama yang dihasilkan oleh setiap instansi pelayanan kesehatan misalnya melalui pengawasan dan pemeliharaan fungsi alat-alat pengolahan sistem DEWATS, komponen sumber limbah, dan komponen pemipaan secara periodik. Perlunya prosedur tetap pengawasan waktu kontak pemberian desinfeksi dan penambahan dosis klorinasi secara teratur agar dapat meningkatkan efektivitas pengolahan limbah. Perlu dikembangkan penelitian lebih lanjut dengan jumlah sampel lebih besar dan pengambilan setiap sampel tidak menggunakan jeda waktu yang terlalu lama, serta saat pemeriksaan laboratorium lebih memperhatikan tindakan sterilitas agar hasil yang didapat sesuai yang diharapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Siregar, C.J.P, 2003. *Farmasi Rumah Sakit Teori & Penerapan*. Jakarta : EGC
- Djaja I.M., Maniksulistya D., 2006. *Gambaran Pengelolaan Limbah Cair di Rumah Sakit X Jakarta Februari 2006*. Makara, Kesehatan, Vol.10, No.2, Desember 2006 : 60-63.
- Darmadi., 2008. *Infeksi Nosokomial Problematika dan Pengendaliannya*. Jakarta : Salemba Medika.
- Niati., et al., 2006. *Penentuan Kandungan Unsur Pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) RSUP DR. Soeradji Tirtonegoro Klaten dengan Metode Analisis Aktivasi Neutron Reaktor*. Kartini. Jur. Fisika FMIPA UNNES, Semarang.
- <http://www.rsiyarsis.com>
- Fardiaz, Srikandi. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Kanisius, Yogyakarta.
- Depkes RI, 1995. *Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 58/MENLH/12/1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Rumah Sakit*, Jakarta : Depkes RI.
- Pemerintah Provinsi Jawa Tengah, 2004, *Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah No. 10 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Limbah untuk Kegiatan Rumah Sakit*.
- Sumiyati, S., Imaniar., 2007. *Analisis Kinerja Pengolahan Air Limbah Pavilyun Kartika RSPAD Gatot Soebroto Jakarta*. Jurnal Presipitasi. Vol.2, No.1, Maret 2007, ISSN 1907-187X
- Staf Pengajar FKUI. 1994. *Buku Ajar Mikrobiologi Kedokteran*. Jakarta : Binarupa Aksara.
- Karsinah., et al., 1994. *Batang Gram Negatif*. Jakarta : Binarupa Aksara Edisi Revisi. Hal 163-173.
- Jawetz., Melnick, & Adelberg's. 2008. *Medical Microbiology*, 23th ed. Jakarta : EGC .
- Estiningsih I.K., Mifbakhuddin., 2005. *The Effect of the Activated Sludge Volume and Interaction for the BOD Descent Hospital Waste Water Treatment*. Jurnal Litbang Universitas Muhammadiyah Semarang.

- Ginting, Perdana, 2007. *Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri*, Bandung : CV. Yrama Widya.
- Said. 2003. "Makalah Lokakarya Pengelolaan Limbah Cair Rumah Sakit". Jakarta. Tchobanoglous. 1991. "Wastewater Engineering". 3 ed. New York : Mc Graw Hill International.
- Soeparman & Suparmin. 2002. *Pembuangan Tinja & Limbah Cair Suatu Pengantar*. Jakarta : EGC
- Depkes RI, 2004. *Keputusan Menteri Kesehatan No. 1204/MENKES/SK/2004 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit*, Jakarta : Depkes RI
- Budiharjo, 1999. *Short Course Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Rumah Sakit dan Institusi Kesehatan Lain*, Yogyakarta.
- Nurdijanto S.A., et al., 2011. *Rancang Bangun dan Rekayasa Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit*. Jurnal Ilmu Lingkungan. UNDIP, Vol.9, No.1, April 2011.
- Poerwanto, 2001. *Perbaikan Kualitas Limbah Cair Parameter Coliform, NH₃, dan PO₄ Pada Instalasi Pengolahan Air Limbah RSUD Dr. Moewardi Surakarta 2001*. Laporan Hasil Pelaksanaan Program Tim Pengendalian Infeksi Nosokomial RSUD Dr. Moewardi, Surakarta.
- <http://www.dewats.or.id>
- Jawetz E., et al., 2005. *Mikrobiologi Kedokteran*. Jakarta : Salemba Medika.
- Hamid, Hamrat., 2007. *Pengawasan Industri dalam Pengendalian Pencemaran Lingkungan*. Jakarta : Granit.
- Notoatmodjo, Soekidjo., 2010. *Metodelogi Penelitian Kesehatan*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Hanafiah M.J & Amir, Amri. 1999. *Etika Kedokteran & Hukum Kesehatan*. Jakarta : EGC
- Anshory, Muchlish., 2003. *Uji Efektivitas Pengolahan Limbah Cair terhadap Parameter Bakteri Streptococcus Fekal dan Bakteri Koli di RSUD Dr. Moewardi Surakarta*, Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Wulandarri, Yuni., 2002. *Efektivitas Pengolahan Limbah Menurut Sistem DEWATS Terhadap Penekanan Pertumbuhan Escherichia Coli di*

Rumah Sakit Kasih Ibu Surakarta, Fakultas Kedokteran Universitas
Sebelas Maret Surakarta.

Permatasari, D., Mangkoedihardjo, S., 2012. *Hospital Wastewater Treatment in Evapotranspiration System*. International Journal of Academic Research, Vol.4, No.1. January, 2012.

Kepres RI, 2000. *Keputusan Presiden RI Nomor 10 tahun 2000 tentang Badan Pengendalian Dampak Lingkungan*.

Siregar, S.A., 2005. *Instalasi Pengolahan Air Limbah*, Yogyakarta : Kanisius.
Strom, P.F. 2006 b. *Phosphorus Removal Techniques*. Invited Presentation for Water Quality Trading, 91st Annual Meeting, NJWEA, Atlantic City, NJ. 48.

Anonim, 2002. *Proses Desinfeksi: Lembar Pegangan Ilmu Pengetahuan Alam-007*. Ed: Maret 2002.

Haryanti, S., 2009. *Evaluasi Konsep Inhouse Managemen IPAL DEWATS RS*. Yogyakarta: Laporan Kegiatan Lokakarya.

DEWATS Project Indonesia, 2005, *Laporan Lokakarya Pengoperasian dan Perawatan IPAL system DEWATS*. Yogyakarta: Tim DEWATS Project Indonesia.

Waluyo, Lud., 2007, *Mikrobiologi Umum*, Malang : UPT Penerbitan Universitas Muhammadiyah Malang.

Institut Pertanian Bogor, 2007, *Efektivitas Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit*. Bogor: IPB

Eko, C.P., 2012, *Efektivitas Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit dengan Sistem DEWATS dalam Menurunkan Angka Bakteri Coliform di RS Panti Wilasa Citarum Semarang*. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro Semarang: Jurnal Kesehatan Masyarakat vol.1. Nomor 2. Tahun 2012. Hal:896-903.