

PENYISIHAN *E.coli* AIR SUMUR MENGGUNAKAN RADIASI SINAR ULTRA VIOLET

Dhama Rakkito dan Yayok Surya. P

Progdi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

e-mail : dhamakancoet@gmail.com

ABSTRAK

Bakteri *E.coli* merupakan bakteri yang mengindikasikan adanya pencemaran air bersih. Penelitian ini bertujuan merancang suatu alat untuk menyisihkan bakteri *E.coli*, sehingga air sumur warga layak untuk keperluan sehari – hari. Proses fotolisis dengan variasi diameter reactor yaitu 2,5", 3", dan 4" dalam waktu pemaparan 20, 40, 60, 80, dan 100 menit akan digunakan untuk menyisihkan bakteri *E.coli*. proses fotolisis pada reactor ini menggunakan lampu ultra violet 10 watt, $\lambda = 365$ nm. Analisa data yang digunakan adalah korelasi antara penyisihan *E.coli* dengan proses fotolisis dan kombinasi variasi reactor. Hasil penyisihan *E.coli* mencapai 80 % dalam waktu pemaparan 100 menit pada reactor 2,5". Sedangkan pada proses fotolisis dalam waktu pemaparan 100 menit dengan reactor 3" penyisihan *E.coli* mencapai 79 %. Dan penyisihan *E.coli* mencapai 77 % dalam waktu pemaparan 100 menit pada reactor 4".

Kata kunci : *E.coli* - fotolisis - Intensitas UV - Variasi Reactor

ABSTRACT

E. coli is a bacteria indicating the presence of contamination in clean water. This research aims to design a tool to eliminate *E. coli* bacteria, so water well worthy citizens for the purposes of everyday. Photolysis process with variations in reactor diameter of 2.5 ", 3", and 4 "in the detention time 20, 40, 60, 80, and 100 minutes will be used to eliminate the bacteria *E.coli*. Photolysis process in this reactor using ultraviolet light 10 watts, $\lambda = 365$ nm. analysis of the data used is the correlation between the allowance of *E.coli* with photolysis process variations and combinations of reactors. *E.coli* preliminary results reached 80% in the detention time of 100 minutes in the reactor 2.5 ". Whereas in the photolysis of the detention time of 100 minutes with reactor 3" allowance of *E.coli* reached 79%. And the allowance of *E.coli* reach 77% in 100 minutes detention time at reactor 4 ".

Key words : *E.coli* - Photolysis - UV intensity - Variations Reactors

PENDAHULUAN

Air bersih merupakan salah satu kebutuhan yang sangat mendasar bagi manusia karena di perlukan terus-menerus dalam kegiatan sehari-harinya untuk bertahan hidup. Air bisa dikatakan bersih dan sehat apabila air tersebut memenuhi syarat-syarat kesehatan baik kuantitatif maupun kualitatif sesuai dengan persyaratan kesehatan yang telah ditetapkan melalui peraturan menteri kesehatan.

Desinfeksi merupakan salah satu upaya untuk menghilangkan bakteri patogen yang terdapat dalam air. Dengan bertambahnya waktu, saat ini telah banyak ditemukannya jenis pengolahan air bersih. Salah satunya pengolahan air bersih untuk menghilangkan *E.coli* yakni dengan proses fotolisis (ultraviolet). Gambaran atau penjelasan singkat tentang teori ini adalah air dialirkan melalui tabung dengan lampu ultraviolet berintensitas tinggi sehingga bakteri terbunuh oleh radiasi sinar ultraviolet Menggunakan radiasi sinar ultraviolet ini tidak menimbulkan residu atau efek samping (Widiyanti dkk, 2004).

Tujuan penelitian ini adalah untuk Mengurangi jumlah bakteri *E.coli* yang terkandung dalam air sumur dan mengetahui efisiensi radiasi sinar ultra violet dengan variasi diameter *reactor* dalam menyisihkan bakteri *E.coli*.

TINJAUAN PUSTAKA

Air

Air merupakan suatu zat yang sangat dibutuhkan, dimana semua makhluk hidup di muka bumi ini membutuhkan air. Adapun sumber-sumber air sebagai berikut (Sutrisno dkk, 2006) : Air laut adalah air yang mempunyai sifat asin, Karena mengandung garam NaCl. Air atmosfer adalah air dalam keadaan murni, sangat bersih, karena dengan

adanya pengotoran udara yang disebabkan oleh kotoran - kotoran industri debu dan lain sebagainya. Air permukaan adalah air hujan yang mengalir di permukaan bumi. Air tanah adalah air yang terdapat dalam lapisan tanah atau bebatuan di bawah permukaan tanah.

Escherichia coli (*E.coli*)

Escherichia coli adalah bakteri dalam kelompok *Enterobacteriaceae* yang bersifat gram negatif, anaerobik fakultatif, berbentuk batang, tidak membentuk spora, fermentatif dan biasanya bergerak dengan flagela peritrika. Koloni pada agar nutrisi berbentuk bundar agak sedikit cembung tanpa pigmen, halus dengan pinggiran nyata. Bakteri *E.coli* mampu memfermentasikan laktosa dengan menghasilkan gas. Suhu optimum untuk pertumbuhannya adalah 37 – 42^o C.

Koloni bakteri ini dapat bertahan dalam beberapa minggu dalam penyimpanan kultur pada suhu kamar dan dapat hidup beberapa bulan dalam tanah dan air. Beberapa keturunan akan mati dalam waktu 15 – 20 menit pada suhu 60^o C tetapi beberapa dari padanya mampu bertahan terhadap pasteurisasi

E.coli merupakan organisme yang biasanya hidup dalam saluran usus manusia dan pada hewan tingkat tinggi lainnya merupakan prokariotis yang paling banyak dipelajari. *E. coli* tidak mempunyai membran yang mengelilingi materi genetik didalamnya. Dinding luar selnya dilapisi oleh selongsong atau kapsul yang terbentuk dari senyawa berlendir. Membran sel terdiri dari molekul lipid yang membentuk dua lapisan tipis dengan berbagai protein yang membentuk lapisan tersebut. Membran ini bersifat selektif permeable dan mengandung protein yang dapat melangsungkan pengangkutan nutrisi

tertentu ke dalam sel dan hasil buangan ke luar sel.

Desinfeksi

Desinfeksi dapat diartikan sebagai upaya penghilangan atau pemusnahan mikroorganisme patogen yang bersifat selektif sehingga tidak semua mikroorganisme dapat dimusnahkan. Hal ini berbeda dengan sterilisasi, karena desinfeksi tidak digunakan untuk menghilangkan mikroorganisme patogen maupun nonpatogen yang berbentuk spora. Sedangkan sterilisasi merupakan penghilangan atau pemusnahan semua mikroorganisme yang terdapat dalam suatu zat (McCarthy, J.J. dan Smith, C.H., 1974 dalam Cahyonugroho, 2010).

Secara umum proses desinfeksi dapat dilakukan secara fisik dan kimiawi. Alternatif pada proses desinfeksi secara kimiawi biasanya menggunakan klor, ozon dan senyawa halogen. Sedangkan proses desinfeksi secara fisik dapat digunakan sinar ultraviolet, gelombang ultrasonik, ultrafiltrasi, reverse osmosis. Teknologi desinfeksi secara fisik tersebut yang sedang dikembangkan dan mendapatkan banyak kemajuan pada beberapa tahun terakhir ini.

Proses Fotolisis

Proses fotolisis adalah proses penyisihan *E.coli* hanya dengan menggunakan sinar, salah satunya adalah sinar ultra violet (Naimah dan Ermawati, 2011). Sistem ultraviolet menggunakan lampu merkuri tekanan rendah yang tertutup dalam tabung quartz. Mekanisme dari proses fotolisis dengan menggunakan sinar ultra violet yaitu pada awalnya sinar ultra violet ini merusak viral genome yang selanjutnya merusak struktural pelindung virus. Radiasi sinar ultra violet merusak DNA mikroba yang menyebabkan dimerisasi thymine yang menghalangi replikasi

DNA dan efektif menginaktivasi mikroorganisme. Efisiensi desinfeksi dengan menggunakan sinar ultra violet tergantung pada jenis mikroorganisme.

Proses fotolisis menggunakan sinar ultra violet efisien untuk menginaktivasi bakteri dan virus pada air minum, tidak menimbulkan hasil samping senyawa karsinogenik atau hasil samping yang bersifat racun. Proses fotolisis ini juga tidak menimbulkan rasa dan bau dan reactor dengan menggunakan sinar ultra violet ini memerlukan ruang yang kecil. Namun perlunya pemeliharaan dan pembersihan lampu ultra violet secara berkala karena dapat terjadi pembentukan biofilm pada permukaan lampu (Idaman, 2007 dalam Rosariawari Firra, 2012).

Mekanisme Desinfeksi Menggunakan Ultraviolet

Radiasi ultraviolet merupakan suatu sumber energi yang mempunyai kemampuan untuk melakukan penetrasi ke dinding sel mikroorganisme dan mengubah komposisi asam nukleatnya. Absorpsi ultraviolet oleh DNA (atau RNA pada beberapa virus) dapat menyebabkan mikroorganisme tersebut tidak mampu melakukan replikasi akibat pembentukan ikatan rangkap dua pada molekul-molekul pirimidin (Snider et al, 1991 dalam Cahyonugroho 2010). Sel yang tidak mampu melakukan replikasi akan kehilangan sifat patogenitasnya. Radiasi ultraviolet yang diabsorpsi oleh protein pada membran sel akan menyebabkan kerusakan membran sel dan kematian sel.

Mekanisme kerja UV adalah melepaskan foton yang akan diserap oleh DNA mikroorganisme yang menyebabkan kerusakan DNA sehingga proses replikasi DNA akan terhambat. Pada keadaan ini, mikroorganisme akan mati secara perlahan karena tidak dapat mengatur metabolisme sel dan tidak

dapat berkembang biak. DNA yang tersusun dari rantai dasar nitrogen berupa *purine* dan *pyrimidine* dimana *purine* terdiri dari *adenine* dan *guanine*, sedangkan *pyrimidine* terdiri dari *thymine* dan *cytosine*. Dalam proses penyerapan foton oleh DNA, energi yang dimiliki oleh foton akan mengakibatkan terputusnya rantai hidrogen yang menghubungkan antara *thymine* dan *cytosine* yang mengakibatkan kerusakan DNA. Dosis UV yang diberikan dapat dihitung dengan perkalian antara intensitas foton yang diberikan dengan lamanya waktu paparan yang diberikan. Satuan yang digunakan adalah mJ/cm^2 . Dalam pengolahan menggunakan UV dikenal D_{10} yang didefinisikan sebagai dosis yang dibutuhkan untuk mengurangi mikroorganisme hingga 90% dari total mikroorganisme dalam air yang diolah. Namun perlu diperhatikan bahwa beberapa mikroba khususnya bakteri memang mempunyai suatu sistem metabolik fungsional yang bervariasi dalam mekanisme untuk memperbaiki kerusakan asam nukleatnya (Jogger, 1967 dalam Cahyonugroho 2010). Adanya kemampuan mikroba untuk memperbaiki kerusakan selnya akan dapat mempengaruhi efisiensi proses desinfeksi. Namun, mekanisme reaktifasi mikroorganisme tersebut dapat diatasi dengan penggunaan dosis UV yang sesuai.

Tingkat inaktivasi mikroorganisme sangat tergantung pada dosis UV yang digunakan. Kinetika inaktivasi mikroorganisme pada desinfeksi menggunakan ultra violet dapat ditampilkan dalam persamaan berikut :

$$\frac{N}{N_0} = e^{-kIt}$$

$$\ln \frac{N}{N_0} = \ln e^{-kIt}$$

$$\ln \frac{N}{N_0} = -k. I. t$$

$$\ln \frac{N}{N_0} = -k. I. t \quad (1)$$

$$\ln \frac{N}{N_0} = -k. I. t$$

Dengan :

N_0 : jumlah awal mikroorganisme (jumlah/ml)

N : jumlah mikroorganisme yang hidup (jumlah/ml)

k : koefisien laju inaktivasi, $\text{cm}^2/\text{mW.s}$

I : Intensitas sinar ultra violet, mW/cm^2

t : waktu paparan sinar ultra violet, detik

Persamaan diatas menggunakan beberapa asumsi, salah satunya adalah logaritma dari fraksi selamat terhadap waktu adalah linier. Namun dari hasil penelitian menunjukkan bahwa kinetik inaktivasi tidak linier terhadap waktu. Hal ini disebabkan sifat resistensi mikroorganisme terhadap paparan sinar ultra violet (Idaman, 2007 dalam Rosariawari Firra, 2012).

METODE PENELITIAN

Peralatan dan Bahan

Penelitian ini menggunakan proses fotolisis dengan tiga variasi *reactor*. Tiga variasi *reactor* ini adalah *reactor* dengan diameter 2,5", *reactor* dengan diameter 3", dan *reactor* dengan diameter 4". Proses fotolisis adalah proses yang dilakukan dengan paparan sinar ultra violet. Dalam penelitian ini menggunakan bahan : air sumur, peralatan yang digunakan meliputi : 3 set *reactor* berbentuk tabung dan 3 lampu UV dengan $\lambda = 365 \text{ nm}$. Analisis mikrobiologi dalam penelitian ini dengan Metoda MPN

Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk menguji kemampuan dari lampu ultra violet dalam menyisihkan bakteri *E. coli* yang terkandung pada air sumur. Penelitian dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Mengambil air sampel secukupnya dan menuangkan masing-masing 1,1 liter dalam *reactor* 2,5", 1,6 liter dalam *reactor* 3" dan 2,5 liter dalam *reactor* 4".
2. Menyalakan lampu ultra violet pada masing-masing *reactor*, tunggu sampai waktu pemaparan yang telah ditentukan.
3. Mengambil sampel secukupnya dengan membolak-balikan *reactor* terlebih dahulu dengan tujuan kandungan yang ada di dalam *reactor* merata dan kemudian tuang ke dalam botol steril untuk diujikan kandungan *E.colinya*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan *reactor* berbentuk tabung dalam penelitian ini digunakan untuk menyisihkan *E.coli* dengan proses fotolisis. Proses fotolisis adalah proses yang dilakukan dengan pemaparan sinar ultra violet. Sinar ultra violet yang digunakan pada penelitian ini adalah lampu UV 10 watt dengan panjang gelombang 365 nm. Dalam hal ini digunakan 3 *reactor* yang masing – masing memiliki diameter atau volume yang berbeda. *Reactor* yang pertama berdiameter 2,5" dengan kemampuan menampung air sebanyak 1,1 liter. *Reactor* yang kedua berdiameter 3" dengan kemampuan menampung air sebanyak 1,6 liter. Dan *Reactor* yang terakhir berdiameter 4" dengan daya tampung air sebanyak 2,5 liter. Bahan dasar dari *reactor* ini terbuat dari pipa air berwarna abu – abu yang bertujuan agar pendar sinar ultra violet dalam alat tersebut tidak terpancar keluar, karena dapat mempengaruhi efisiensi pemaparan sinar ultra violet dalam menyisihkan *E.coli*.



Rangkaian *reactor* berbentuk tabung

Dari gambar alat di atas terlihat bahwa proses dilakukan secara bersamaan dalam waktu lebih dari 5 jam yang bertujuan untuk mencegah berkembangnya bakteri *E.coli*. Proses yang dilakukan pada alat ini adalah dengan proses batch dengan volume yang berbeda pada tiap *reactor* dan dalam variasi waktu pemaparan 20, 40, 60, 80 dan 100 menit.

Jumlah Bakteri *E.coli* sebelum proses fotolisis

Tabel 1 Jumlah bakteri *E.coli* pada sampel awal sebelum waktu pemaparan.

Waktu pemaparan (menit)	Jumlah <i>E.coli</i> awal (MPN / 100ml)
20	1612
40	1636
60	1682
80	1768
100	1822

Berdasarkan data tabel di atas dapat diketahui bahwa jumlah *E.coli* awal pada tiap waktu sangatlah berbeda. Sesaat sebelum waktu pemaparan 20 menit terdapat jumlah bakteri *E.coli* sebanyak 1612 MPN/100ml air sampel. Sebelum waktu pemaparan 40 menit terdapat kenaikan pada jumlah bakteri *E.coli* sebanyak 24 MPN/100ml menjadi 1636 MPN/100ml air sampel. Lanjut sebelum waktu pemaparan 60 menit terdapat kenaikan pada jumlah bakteri *E.coli* sebanyak 46 MPN/100ml menjadi 1682 MPN/100ml air sampel. Lalu sebelum waktu pemaparan 80 menit terdapat kenaikan yang cukup signifikan pada jumlah bakteri *E.coli* awal sebanyak 86 MPN/100ml menjadi 1768 MPN/100ml air sampel. Dan yang terakhir sebelum berjalan waktu

pemaparan 100 menit juga terdapat kenaikan yang cukup banyak pada jumlah bakteri *E.coli* sebanyak 54 MPN/100ml menjadi 1822 MPN/100ml air sampel. Pada penelitian lain diketahui bahwa kandungan bakteri *E.coli* awal pada air sumur perkotaan tidak sebesar sampel awal yang terlihat pada Tabel diatas. Ini disebabkan karena lokasi pengambilan sempel tepat berada di dekat sungai dan toilet umum yang sangat mempengaruhi berkembangnya bakteri *E.coli* secara signifikan.

Pengaruh waktu pemaparan dan variasi diameter reactor terhadap jumlah *E.coli*

Tabel 2 Pengaruh waktu pemaparan dan variasi diameter reactor terhadap jumlah *E.coli* pada air sumur.

Diameter Reactor	Waktu pemaparan (menit)				
	20	40	60	80	100
<i>E.coli</i> awal (MPN/ml)	1612	1636	1682	1768	1822
2,5"	1326	1128	652	536	364
3"	1382	1164	694	602	376
4"	1432	1219	695	646	411

Hasil analisis jumlah *E.coli* dan jumlah *E.coli* yang bertahan hidup pada air sumur jelas terlihat pada Tabel 2. Perbedaan jumlah *E.coli* awal pada setiap proses dikarenakan adanya perubahan suhu dari media tambahan yaitu batu es yang lama kelamaan mencair. Tabel 2 juga menunjukkan bahwa proses fotolisis dengan menggunakan lampu ultra violet dan reactor yang bervariasi dapat mempengaruhi penyisihan *E.coli*. Kombinasi proses fotolisis dengan reactor 2,5" mampu menyisihkan *E.coli* lebih baik dibandingkan dengan reactor 3" dan 4". Hal ini ditunjukkan bahwa jumlah bakteri yang bertahan hidup pada reactor 2,5" sampai menit ke 100

lebih sedikit dibandingkan dengan reactor 3" dan 4".

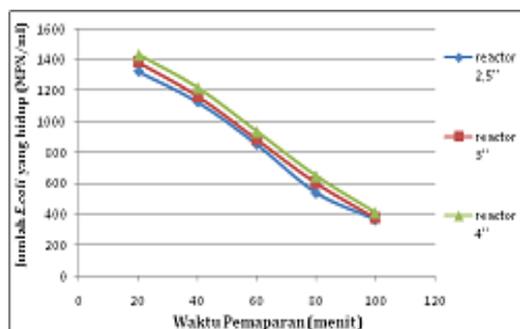
Pengaruh waktu pemaparan dan variasi diameter reactor terhadap persen penyisihan *E.coli*

Tabel 3 Pengaruh waktu pemaparan dan variasi diameter reactor terhadap persen penyisihan *E.coli* pada air sumur.

Diameter Reactor	Persen Penyisihan <i>E.coli</i> (%)				
	20 menit	40 menit	60 menit	80 menit	100 menit
<i>E.coli</i> awal (MPN/ml)	1612	1636	1682	1768	1822
2,5"	17	31	49	69	80
3"	14	28	47	65	79
4"	11	25	44	63	77

Tabel 3 menunjukkan bahwa proses fotolisis dengan reactor 2,5" dapat menyisihkan *E.coli* hingga 80% pada waktu pemaparan 100 menit. Begitu juga pada reactor 3" dan 4" yang menunjukkan penurunan sedikit lebih rendah dari reactor 2,5" yakni 79 % dan 77 %. Hal ini disebabkan karena diameter dari reactor 2,5" lebih kecil atau bisa dikatakan jarak lampu lebih dekat dengan dinding dalam reactor.

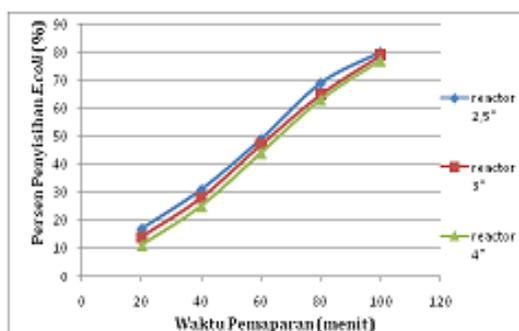
Pengaruh waktu pemaparan (menit) terhadap jumlah bakteri *E.coli* dalam variasi diameter reactor



Gambar 1 Hubungan antara waktu pemaparan dengan jumlah *E.coli* pada berbagai diameter reactor.

Gambar 1 menunjukkan bahwa pada proses fotolisis dengan kombinasi variasi diameter reactor 2,5" memperlihatkan jumlah *E.coli* yang semakin menurun dari menit ke 20 sampai menit ke 100. Penurunan tersebut sangat signifikan dibanding kedua reactor yang lain karena jelas terlihat pada menit ke 100 dapat menyisihkan bakteri *E.coli* sebanyak 1458 MPN/100ml, tersisa 364 MPN/100ml dari jumlah awalnya 1822 MPN/100ml. Sedangkan pada reactor dengan variasi diameter 3" dari menit ke 20 sampai menit ke 100 hanya dapat menyisihkan bakteri *E.coli* sebanyak 1446 MPN/100ml, tersisa 376 MPN/100ml dari jumlah awalnya 1822 MPN/100ml. Dan pada reactor dengan variasi diameter 4" dari menit ke 20 sampai menit ke 100 hanya dapat menyisihkan bakteri *E.coli* sebanyak 1411 MPN/100ml, tersisa 411 MPN/100ml dari jumlah awalnya 1822 MPN/100ml. Dari pernyataan di atas membuktikan bahwa waktu pemaparan sangat berpengaruh terhadap penurunan bakteri *E.coli* dimana semakin lama waktu untuk memaparkan sinar ultra violet maka akan semakin menurun pula jumlah *E.coli* yang terkandung dalam air.

Pengaruh waktu pemaparan terhadap persen penyisihan *E.coli* dalam variasi diameter reactor

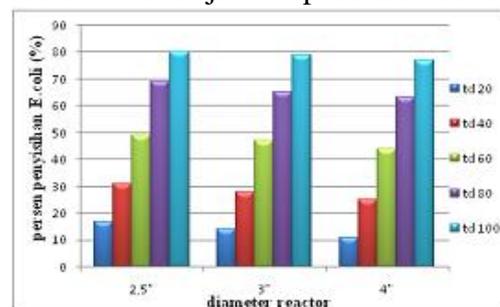


Gambar 2 Hubungan antara waktu pemaparan dengan penyisihan *E.coli* (%) pada berbagai diameter reactor.

Pada Gambar 2 dapat dijelaskan bahwa semakin lama waktu pemaparan sinar ultra violet pada proses fotolisis maka persen penyisihan *E.coli* juga semakin meningkat. Pada proses fotolisis dengan reactor 2,5" penyisihan *E.coli* mencapai 80 % dalam waktu pemaparan 100 menit. Hal ini menunjukkan bahwa proses fotolisis dengan reactor 2,5" lebih efisien menyisihkan *E.coli* dibandingkan proses fotolisis dengan reactor 3" yang hanya menyisihkan *E.coli* 79 % dalam waktu pemaparan 100 menit dan proses fotolisis dengan reactor 4" yang hanya menyisihkan *E.coli* sebanyak 77 % dalam waktu pemaparan 100 menit.

Pengaruh diameter reactor terhadap persen penyisihan *E.coli* dalam variasi waktu pemaparan

Variasi diameter reactor yang digunakan dalam penelitian ini adalah reactor dengan diameter 2,5", 3" dan 4", terbuat dari pipa air berwarna abu – abu yang bertujuan agar pendar sinar ultra violet dalam alat tersebut tidak terpancar keluar, karena dapat mempengaruhi efisiensi pemaparan sinar ultra violet dalam menyisihkan *E.coli*. Persen penyisihan ketiga variasi reactor ini ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Hubungan antara diameter reactor dengan penyisihan *E.coli*

(%) dalam variasi waktu pemaparan.

Hasil penelitian menunjukkan adanya selisih antara penyisihan *E.coli* dengan variasi diameter *reactor* 2,5", penyisihan *E.coli* dengan variasi diameter *reactor* 3" dan penyisihan *E.coli* dengan variasi diameter *reactor* 4". Terlihat pada gambar 4.4 yang menunjukkan bahwa proses fotolisis dengan *reactor* 2,5" lebih efisien dalam menyisihkan *E.coli* yakni 80 % penyisihan dalam waktu 100 menit. Ini disebabkan oleh pengaruh diameter *reactor* 2,5" lebih kecil atau bisa dikatakan jarak lampu lebih dekat dengan dinding dalam *reactor*. Dimana semakin dekat jarak lampu dengan keliling *reactor* dan waktu pemaparan yang cukup maka semakin efisien pula radiasi sinar ultra violet dalam membunuh *E.coli*. Selisih 1% dengan penyisihan *E.coli* menggunakan variasi diameter *reactor* 3" yang dapat menyisihkan *E.coli* 79 % dalam waktu 100 menit dan selisih 3% dengan penyisihan *E.coli* menggunakan variasi diameter *reactor* 4", 77 % dalam waktu 100 menit.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Lampu ultra violet yang dikombinasikan dengan *Reactor* dapat digunakan untuk menyisihkan bakteri *E.coli* dengan proses fotolisis atau pemaparan sinar ultra violet.
2. Penyisihan *E.coli* pada *Reactor* dengan variasi diameter 2,5" mencapai 80 % dengan waktu pemaparan 100 menit. Persen penyisihan *E.coli* pada *Reactor* dengan variasi diameter 3" mencapai 79 % dengan waktu pemaparan 100 menit. Sedangkan

persen penyisihan *E.coli* pada *Reactor* dengan variasi diameter 4" mencapai 77 % dengan waktu pemaparan 100 menit.

3. Proses fotolisis ini dapat menyisihkan *E.coli* secara efisien dimana semakin dekat jarak lampu dengan keliling *reactor* dan waktu pemaparan yang cukup, maka semakin besar pula efisiensi radiasi sinar ultra violet dalam membunuh *E.coli*.

DAFTAR PUSTAKA

- Astari Rahmita dkk, 2010 : “Kualitas Air dan Kinerja Unit Pengolahan di Instalasi Pengolahan Air Minum ITB” Program Studi Teknik Lingkungan, ITB.
- Cahyonugroho Okik Hendriyanto, 2010 : “ pengaruh intensitas sinar ultraviolet dan pengadukan terhadap reduksi jumlah bakteri *e.coli*” Progdik Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
- Irfan, 2011 : “Karakteristik Bakteri : *Pseudomonas airuginosa, E.coli, Sarkina, Proteus vulgaris, Bacillus Subtilis, Setaphylococcus Aureus*” 20 Desember 2012.
- Ir. C. Sutrisno Totok dkk, 2006 : “Teknologi Penyediaan Air Bersih” Komplek Perkantoran Mitra Mataram Blok B No. 1-2
- Ismail Mahrus, 2009 : “Efektifitas Proses Chlorinasi Terhadap Penurunan Bakteri *Escherichia Coli* dan residu Chlor Pada Instalasi Pengolahan Air Bersih RSUD. Dr.Saiful Anwar Malang” Jurusan Fakultas Sains Dan Teknologi

- Universitas Islam Negeri
Malang.
- Lepiyantoagil, 2012 : *“Bakteri Coliform Fekal”* 12 Mei 2012.
- Mariana M Christina dkk, 2012 :
“Perancangan Sistem Pengolahan Air Hujan Dengan Menggunakan teknologi Membran Dan Lampu Ultraviolet Serta Penerapannya Dalam Kehidupan Sehari-hari”
Departemen Fisika, Institut Pertanian Bogor.
- Rosariawari Firra, 2012 : *“Proses Fotokatalisis untuk Penyisihan E.Coli dengan kombinasi TiO₂, Karbon Aktif dan Sinar UV”*
Jurusan Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Slamet, Agus dkk, 2000 *“Modul Satuan Proses”*, Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Surabaya.
- Tetuko Anggito.P dkk, 2010 :
“Pembuatan Unit Pengolahan Air Kotor Mobile Menjadi Air Bersih Dan Layak Minum Dengan Kapasitas 10 Liter/Menit”. Pusat Penelitian Fisika-LIPI, Kawasan Puspiptek Serpong Tangerang.
- Widiyanti Ni Luh Putu Manik, 2004 :
“Analisis Kualitatif Bakteri Koliform Pada Depo Air Minum Isi Ulang Di Kota Singaraja Bali” Jurusan Pendidikan Biologi, IKIP Negeri Singaraja