

Uji Efektivitas Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) dalam Mempercepat Laju Disinfeksi Bakteri *Escheria Coli* pada Proses *Solar Water Disinfection*

Saprian¹⁾; Any Juliany²⁾ dan Awaluddin Nurmiyanto¹⁾

¹⁾ Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia;

²⁾ Jurusan Teknik Lingkungan dan Pusat Studi Lingkungan (PSL) UII
Email: saprian1991@gmail.com

Abstrak

Solar Water Disinfection (SODIS) memerlukan waktu rata-rata berkisar antara 5-6 jam untuk dapat membunuh bakteri 3-4 Log pada air berkapasitas maksimal 2 liter atau 1 jam dengan suhu di atas 50°C. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa dengan mengkombinasikan SODIS dengan psoralens, zat aktif seperti yang terdapat pada jeruk Lemon (*Citrus Limon*) dapat menginaktivasi bakteri hingga 5,6 Log reduksi dalam rentang waktu 30 menit pada suhu 29°C. Mengingat faktor ketersediaan dan harga jeruk lemon di Indonesia maka pada penelitian ini dilakukan pengamatan dengan menggunakan jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar potensi jeruk nipis untuk dipergunakan dalam mempercepat laju disinfeksi pada proses SODIS. Adapun faktor-faktor yang akan dipelajari terkait dengan hubungan antara variasi dosis jeruk nipis, perubahan pH dan suhu air terhadap efisiensi inaktivasi bakteri yang mampu dihasilkan. Variasi jeruk nipis yang digunakan adalah 0%, 2%, 4% dan 6% dengan variasi waktu 0 menit, 30 menit, 60 menit dan 120 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan SODIS dengan menggunakan jeruk nipis mampu menginaktivasi *E. coli* sebesar 5.4 Log dengan waktu 1 jam pada suhu 32°C. Hal ini menunjukkan bahwa Jeruk nipis berpotensi untuk digunakan dalam mempercepat laju disinfeksi *E. coli* pada air minum.

Kata Kunci : SODIS, *E.coli*, *Psoralens*, Jeruk Nipis

1. PENDAHULUAN

Solar Water Disinfection (SODIS) merupakan salah satu opsi teknologi yang telah terbukti efektif dalam menurunkan kadar bakteriologis pada air minum. Adapun prinsip proses ini yaitu dengan menjemur air mentah dalam wadah transparan (pada umumnya jenis PET) selama 5-6 jam untuk dapat membunuh bakteri di dalam air berkapasitas air maksimal 2 liter. Hal tersebut belakangan dipandang sebagai sebuah kekurangan mengingat lamanya waktu tunggu Desinfeksi tidak sebanding dengan jumlah volume air yang berhasil didesinfeksi. Dengan demikian diperlukan zat aktif yang berfungsi mempercepat laju desinfeksi dari waktu SODIS yang dengan perlakuan normal.

Harding dan Kellogg dalam penelitiannya (2012) menyebutkan bahwa Jeruk Persia (*Citrus Latifolia*) dan Lemon (*Citrus Limon*) dapat menginaktifasi bakteri hingga 5,6 Log reduksi dalam rentang waktu 30 menit. Hal ini terbukti jauh lebih efektif dibandingkan jika hanya menggunakan metode SODIS tanpa penambahan zat aktif. Selain itu penelitian tersebut menyatakan perlu

dilakukan penelitian lanjutan untuk mengevaluasi penggunaan buah-buahan lain yang juga mengandung *Psoralens Psoralens (Furocoumarins)* adalah kelas biomolekul siklik *photoactive*. Zat ini umumnya terdapat pada buah jeruk, peterseli, buah ara dan parnship. Penggunaan jeruk jenis Persia/*Persian Lime (Citrus Latifolia)* dan Lemon (*Citrus Limon*) telah terbukti efektif dalam mempercepat reaksi SODIS.

Hal yang menjadi kendala untuk diterapkan di Indonesia mengingat Jeruk Persia dan Lemon sulit didapatkan di Indonesia, terkait ketersediaan dan juga harga jeruk tersebut. Dalam penelitian ini dipilih Jeruk Nipis (*Citrus Aurantifolia*) untuk mempercepat laju untuk diuji efektifitasnya di Indonesia. Adapun pemilihan Jeruk Nipis dalam Penelitian ini yaitu dengan mempertimbangkan bahwa Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) memiliki marga yang sama dengan Jeruk Persia (*Citrus latifolia*) dan juga Jeruk Lemon (*Citrus limons*) sehingga diduga juga terdapat kandungan zat psoralens di dalamnya karena *Psoralens* banyak ditemui pada jenis tanaman yang Jeruk. Selain itu Jeruk Nipis dapat tumbuh dengan mudah diberbagai wilayah Indonesia sehingga pasokannya tersedia dalam jumlah yang mencukupi, mudah didapat dan relatif murah.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimanakah pengaruh dosis Jeruk Nipis dan waktu kontak, dosisterhadap perubahan pH, waktu kontak terhadap perubahan temperatur serta potensi Jeruk Nipis sebagai zat aktif dalam mempercepat laju disinfeksi proses SODIS.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah botol plastik PET, seng yang telah dicat hitam bagian permukaannya, pipet ukur 1 & 10 ml, beker glass 500 & 1000 ml, inkubator, labu takar 100 ml, tabung raksi berisi tabung durham, autoclave Merk WCT Binder, Inkubator Merk Memert 37+1 °C dan 42 + 1 °C, jarum Oose, spirtus, timbangan analitik, spektrofotometer, spatula, karet penghisap, kaca arloji, termometer batang dan pH *indicator strip*.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Jeruk Nipis, Media Lactose Broth, Media Brilliant Green Lactose Bille Broth, Akuades, Sampel Air Sumur, Alkohol.

2.2. Prosedur Kerja

2.2.1. Tahap Persiapan

Pada tahap ini dilakukan uji pendahuluan terhadap kadar bakteriologis awal pada air sampel dengan menguji 3 (tiga) sumur di dusun Lodadi, Sleman, Yogyakarta. Kemudian dilakukan uji kekeruhan (*turbidity*) dengan menggunakan spektrofotometer. Hal ini mengingat *turbidity* untuk perlakuan SODIS maksimal 30 NTU. Selanjutnya dilakukan persiapan botol PET sebanyak 32 botol, mengecat seng dengan warna hitam pada bagian permukaan, serta menyiapkan bahan aktif dari jeruk nipis yang diperas dengan menggunakan perasan jeruk dan kemudian disaring. Jeruk disimpan pada lemari pendingin dan sebelum digunakan harus dikocok hingga homogen.

2.2.2. Tahap Pelaksana

a). Perlakuan Sampel dengan SODIS dengan Penambahan Jeruk Nipis

Membuat larutan uji dengan memasukkan air sampel sumur gali yang telah disediakan ke dalam 6 (enam) buah botol yang telah disiapkan dengan menambahkan zat aktif dengan variasi untuk masing-masing botol yaitu 0%, 2%, 4% dan 6% dengan kemudian meletakkan botol uji di atas seng yang telah dicat hitam pada bagian permukaannya untuk kemudian diuji di Laboratorium Kualitas Lingkungan setiap rentang waktu yaitu masing-masing 0 menit, 30 menit, 60 menit dan 120 menit untuk setiap sampelnya.

b). Perlakuan Sampel dengan Penambahan Jeruk Nipis tanpa diikuti proses SODIS (*Dark Control*)

Pada tahap ini perlakuan sampel sama dengan perlakuan sampel dengan SODIS + Zat aktif jeruk nipis, yang menjadi perbedaan mendasar adalah sampel tidak dipaparkan cahaya matahari dan hanya disimpan ditempat gelap. Hal ini bertujuan sebagai kontrol terhadap efek yang dihasilkan pada proses SODIS + penambahan jeruk nipis dan proses penambahan jeruk nipis tanpa diikuti proses SODIS.

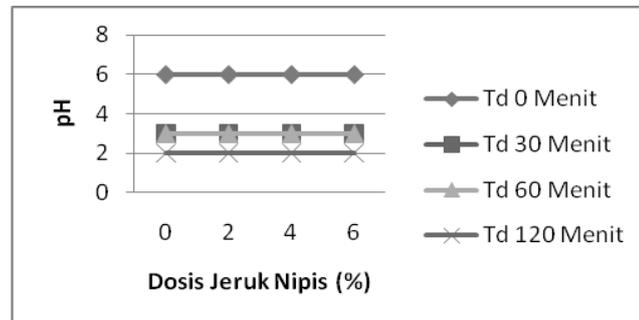
c). Pengujian Bakteriologis

Sampel yang akan dan telah diberi perlakuan selanjutnya dilakukan pengujian kadar *E. coli*. Air sampel yang dimasukkan ke dalam media penumbuh bakteri (laktose) dalam analisis mikrobiologi (*Coliform dan Escheria coli*) dengan menggunakan metode JPT (Jumlah Perkiraan Terdekat)/MPN (*Most Probable Number*) dengan jumlah 3-3-3 dengan temperatur inkubasi 37 °C + 1 °C untuk Uji pendugaan (*Coliform*) dan 42 °C + 1 °C untuk uji penetapan *Escheria coli* (Suriawiria, 2008).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengaruh Dosis dan Waktu Kontak terhadap Inaktivasi Bakteri

Pada penelitian ini dengan memvariasikan dosis jeruk nipis 0%, 2%, 4% dan 6 % didapatkan data pengamatan berikut :



Gambar 1. Hubungan antara Dosis terhadap perubahan pH Air

Berdasarkan pengukuran dilakukan dengan menggunakan pH Indicator Strip ditemukan bahwa nilai pH awal pada kondisi sebelum penambahan jeruk nipis berada pada pH 6. Selanjutnya turun menjadi pH 3 pada dosis 2% dan 4% untuk semua variasi waktu. Sementara pH terendah berada pada kondisi dengan penambahan jeruk nipis sebesar 6% yaitu dengan pH 2 dimana kondisi ini juga didapatkan untuk kedua perlakuan SODIS dengan UV dan juga SODIS tanpa UV.

Tabel 1. Hubungan perubahan pH terhadap reduksi bakteri

Waktu (Menit)	Dosis (%)	pH	Log Inaktivasi <i>E. coli</i>	
			No UV	UV
0	0	6	0	0
	2	3	0.3	0.3
	4	3	0.6	0.6
	6	2	0.9	0.9
30	0	6	0	0
	2	3	0.3	0.4
	4	3	0.7	0.8
	6	2	1.1	1
60	0	6	0	0
	2	3	0.4	5.4
	4	3	0.8	5.4
	6	2	1.1	5.4
120	0	6	0	0
	2	3	0.9	5.5
	4	3	1.1	5.5
	6	2	1.4	5.5

Sumber : Data Primer

Berdasarkan Tabel 1. di atas diketahui bahwa pH memiliki hubungan terhadap tingkat inaktivasi bakteri. Semakin besar dosis yang diberikan maka semakin rendah pH air yang dihasilkan. Hal ini terlihat pada semua konsentrasi 0% jeruk nipis yang awalnya didapatkan pH 6 kemudian turun menjadi 3 dan 2 ketika ditambahkan dosis jeruk untuk semua variasi.

Selanjutnya data tersebut menunjukkan bahwa semakin rendah pH maka semakin besar inaktivasi bakteri yang mampu dihasilkan. Hal ini terlihat pada semua variasi dosis yang diberikan, sebagai contoh pada perlakuan dengan perlakuan UV dengan ditambahkan dosis 2% kematian bakteri berada pada 0,4 Log sementara dengan ditambahkan dosis 4% kematian bakteri meningkat hingga 0,8 Log. Demikian juga pada dosis 2% dan 4% pada perlakuan tanpa UV, pada perlakuan ini terjadi peningkatan 0,3 Log menjadi 0,8 Log kematian bakteri.

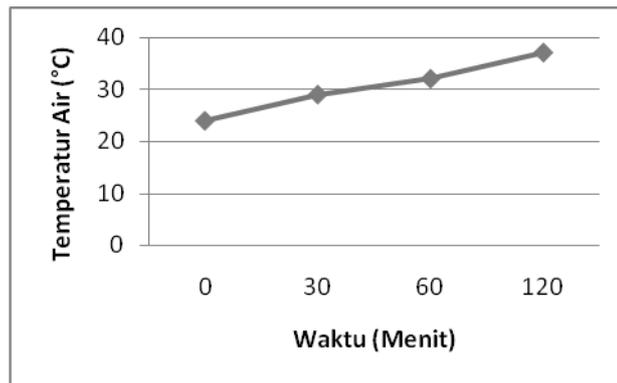
Hasil signifikan terhadap penurunan bakteri terjadi pada variasi dosis 60 dan 120 menit pada perlakuan dengan bantuan cahaya matahari. Pada dosis 60 menit didapatkan Log kematian bakteri meningkat secara drastis dari 0,8 Log pada dosis 4 % dengan pH 3 pada waktu 30 menit, menjadi 5,4 Log pada semua variasi dosis. Hal ini berbeda dengan data yang didapatkan pada perlakuan tanpa bantuan UV dari matahari untuk dosis dan pH yang sama.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan didapatkan hasil fluktuatif terhadap besarnya bakteri yang mampu diinaktivasi oleh perubahan pH. Dimana pada pH yang sama didapatkan tingkat inaktivasi yang berbeda. Dengan demikian diperkirakan terdapat faktor selain pH yang juga berpengaruh terhadap tingkat kematian bakteri pada kasus ini yaitu adanya pengaruh antara hubungan waktu perlakuan yang diberikan.

3.2. Hubungan antara Waktu terhadap Inaktivasi Bakteri

Perubahan waktu diduga memiliki korelasi terhadap kenaikan suhu, dimana pada suhu tertentu membuat bakteri golongan tertentu terganggu kehidupannya. Gambar 2 berikut menunjukkan terjadinya perubahan suhu pada perlakuan di bawah cahaya matahari dengan variasi waktu tertentu.

Dari Gambar 2 di bawah ini dapat diketahui bahwa perubahan waktu berbanding lurus terhadap kenaikan suhu. Pada waktu 30 menit terjadi kenaikan suhu sebesar 5°C dari suhu awal 24°C menjadi 29°C. Lalu kemudian naik sebesar 3°C menjadi 32°C pada waktu 60 menit dan dan kembali sebesar 5°C menjadi 37°C pada waktu 120 menit. Hal ini sesuai dengan pernyataan Bitton (2005) yang menyatakan bahwa kematian bakteri patogen maupun parasit peningkatannya berbanding lurus dengan kenaikan temperatur.



Gambar 2. Hubungan antara waktu terhadap temperatur

Berdasarkan gambar 2 tersebut dapat diketahui bahwa pada waktu 0 menit suhu 24°C dan pada waktu 30 menit dengan kenaikan suhu menjadi 29°C diperoleh inaktivasi bakteri berkisar antara 0,3 Log hingga 1 Log pada semua variasi dosis jeruk nipis. Sementara pada rentang waktu 60 menit dengan suhu mencapai 32°C dan pada waktu 120 dengan suhu hingga 37°C besar angka efisiensi bakteri mengalami peningkatan yang cukup signifikan yaitu menjadi 5,4 Log dan 5,5 Log. Pada kondisi ini jumlah mikroorganisme yang mampu direduksi hingga mencapai 5,4 Log – 5,5 Log. Hasil temuan ini tidak jauh berbeda dengan penelitian Harding dan Kellogg (2012) dengan menggunakan jeruk jenis lemon menemukan bahwa besarnya inaktivasi bakteri *E. coli* yaitu sebesar 5,6 Log.

Selanjutnya menurut hasil penelitian Wagelin (2002) dengan metode SODIS menunjukkan bahwa untuk menginaktivasi bakteri hingga 100% dibutuhkan suhu yang konstan di atas 50°C selama minimal 1 jam perlakuan. Sementara itu, berdasarkan pengamatan ini ditemukan bahwa pada waktu 1 jam dengan suhu 32°C tingkat inaktivasi bakteri telah mencapai 5,4 Log dengan presentase 100%.

Inaktivasi bakteri oleh panas tidak dapat digambarkan dalam peristiwa biokimia sederhana. Meskipun efek letal panas lembab suatu suhu tertentu biasanya dihubungkan dengan denaturasi dan koagulasi protein, pola kerusakan oleh panas tersebut cukup kompleks. Peristiwa yang mematikan terutama produksi rantai-tunggal (terlepasnya rantai) DNA. Hilangnya viabilitas (kelangsungan hidup) sel oleh panas sedang, dapat dihubungkan dengan pelepasan rantai DNA tersebut. Kerusakan DNA terlihat bersifat enzimatik, sebagai akibat dari nuklease. Kemampuan sel untuk memperbaiki kerusakan dan memperoleh viabilitas bergantung pada tempat fisiologik dan susunan genetik organisme. Selain itu panas juga dapat menghilangkan kekuatan fungsional membrane, membocorkan molekul kecil dan 260 nm pengabsorpsi materi. Materi tersebut berasal dari

degradasi ribosom oleh ribonuklease yang teraktivasi karena perlakuan panas. Dari keadaan tersebut, dapat dilihat adanya hubungan antara degradasi RNA ribosomal dengan hilangnya viabilitas sel karena temperatur tinggi (Kusnadi, 2003).

Sehingga dengan demikian diduga kematian bakteri pada kondisi diduga tidak sepenuhnya dipengaruhi oleh faktor perubahan suhu saja. Hal ini terjadi mengingat bahwa bakteri *E. coli* tumbuh baik pada suhu antara 8°-46°C dan suhu optimum 37°C. Artinya dengan suhu hasil pengamatan berkisar antara 24°-37° seharusnya bakteri tidak akan segera mati melainkan berada dalam keadaan tidur (*dormancy*).

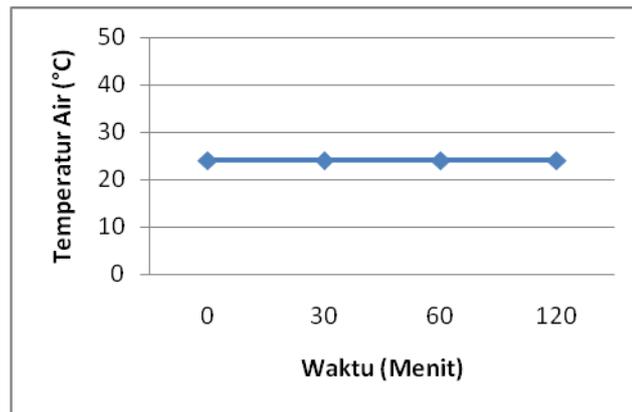
3.3. Pengaruh Sinar UV-A dalam proses SODIS dengan penambahan Jeruk Nipis

Ultraviolet (UV) adalah bagian dari spektrum elektromagnetik yang berada antara cahaya tampak dan sinar-X. UV dibagi menjadi UV-A (315-400 nm), UV-B (280-315 nm), UV-C (200-280 nm), dan vakum UV (100-200 nm) yang menghapus kuman penyakit aktivitas karena radiasi pada panjang gelombang berkisar 245-285 nm (Bitton, 2005).

Radiasi matahari memiliki aktivitas bakterisida dan memainkan peranan penting dalam sterilisasi yang bersifat spontan yang terjadi pada keadaan alami. Peran disinfektan tersebut terutama karena kandungan sinar ultraviolet, yang sebagian besar disaring oleh kaca dan adanya ozon pada atmosfer bumi dan polutan atmosfer. Menurut Bitton (2005) kerusakan DNA bakteri yang disebabkan oleh radiasi UV, menggunakan dua sistem pengrusakan dasar: pengrusakan eksisi yang terjadi dalam gelap, dan *photoreactivation* yang membutuhkan cahaya.

Selanjutnya guna mengetahui perbandingan antara perlakuan penambahan jeruk nipis yang disinari matahari dan tidak disinari, maka dilakukan percobaan dengan memvariasikan waktu kontak tanpa ikuti penyinaran matahari. Hal ini bertujuan sebagai kontrol gelap (*dark control*) dengan data pengamatan seperti terlihat pada gambar 3 di bawah ini.

Dari gambar 3 tersebut dapat diketahui bahwa tidak terjadi perubahan suhu pada semua variasi waktu yang telah ditentukan. Pada waktu 0 menit hingga 120 menit tidak terjadi perubahan suhu sama sekali. Dalam kondisi ini suhu berada pada 24°C untuk semua percobaan untuk semua variasi waktu.



Gambar 3. Hubungan antara waktu terhadap temperatur

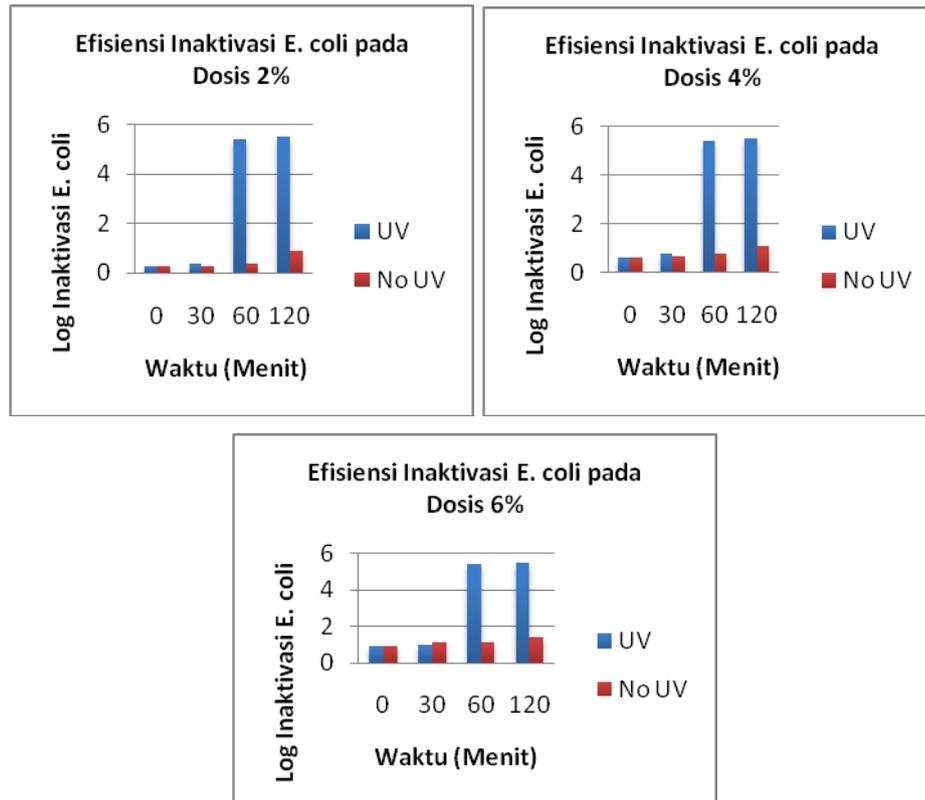
Hal tersebut di atas berbeda dengan data temuan yang didapat pada pengukuran hubungan antara variasi waktu dengan perubahan suhu pada perlakuan 2.1 dengan bantuan cahaya matahari dimana pada perlakuan dengan matahari terjadi kenaikan temperatur pada setiap variasi waktunya. Sehingga dalam kondisi ini diduga faktor suhu tidak turut memberikan pengaruh terhadap kasus inaktivasi bakteri.

Kematian bakteri oleh radiasi ultraviolet pada gelombang sekitar 260 nm dengan mekanisme pengrusakan DNA bakteri. Paparan gelombang sebesar 260 nm menyebabkan timin dan sitosin mengalami dimerisasi yang replikasi DNA blok dan efektif menginaktivasi mikroorganisme. Studi dengan virus telah menunjukkan bahwa awal kerusakan UV adalah genom virus, diikuti oleh kerusakan struktur pada mantel virus (Nuanualsuwan, 1985 dalam Bitton, 2005).

3.4. Efektivitas Jeruk Nipis dalam Mempercepat Laju Disinfeksi Proses SODIS

Guna mengetahui seberapa besar tingkat efektifitas jeruk nipis dalam mempercepat laju disinfeksi pada proses SODIS maka dilakukan perbandingan besarnya angka inaktivasi bakteri antara perlakuan dengan menggunakan bantuan cahaya UV dan tanpa UV (*dark control*):

Berdasarkan gambar 4 di bawah ini diketahui bahwa pada perlakuan UV menghasilkan besar inaktivasi bakteri yang lebih tinggi dibandingkan pada perlakuan tanpa UV. Dengan demikian hal tersebut membuktikan bahwa cahaya UV memberikan efek signifikan terhadap kematian bakteri pada kasus ini. Sementara efektivitas penambahan jeruk nipis terhadap besarnya angka inaktivasi bakteri diketahui juga dipengaruhi oleh hubungan antara beberapa faktor seperti dosis jeruk nipis, lamanya waktu kontak perlakuan, besarnya perubahan pH air serta suhu yang mampu dihasilkan pada saat percobaan dengan tingkat efisiensi yang berbeda-beda untuk setiap hubungannya.



Gambar 4. Perbandingan Tingkat Inaktivasi *E. coli* pada perlakuan UV dan tanpa UV

a. Potensi jeruk nipis dalam mempercepat laju disinfeksi proses SODIS

Untuk mengetahui tingkat efektifitas jeruk nipis dalam mempercepat laju disinfeksi proses SODIS maka dilakukan perbandingan antara SODIS dengan penambahan Jeruk Nipis dengan SODIS tanpa zat aktif dan SODIS dengan penambahan jeruk lemon. Adapun perbandingan tersebut yaitu sebagai berikut:

⊙ SODIS tanpa Penambahan Zat Aktif

SODIS tanpa penambahan zat aktif mampu membunuh bakteri *E. coli* hingga 3-4 Log selama 5-6 jam pada kondisi cuaca cerah. Sementara dalam keadaan mendung diperlukan waktu perlakuan selama 2 hari berturut-turut untuk membuat air dari bakteri *E. coli*. Selanjutnya jika suhu mencapai 50°C maka waktu 1 jam sudah cukup untuk membunuh bakteri *E. coli*.

Dari uji lapangan yang dilakukan oleh Yayasan Dian Desa Yogyakarta, bahwa tiupan angin yang cukup keras akan mempengaruhi suhu sehingga walaupun sinar matahari cukup, suhu di botol SODIS tidak bisa mencapai suhu 50°C paling tinggi suhu mencapai 40°C. Tetapi bila waktu penjemuran diperpanjang selama 5-6 jam sehingga mendapat sinar UV lebih banyak, ternyata sama efektifnya dengan 3-4 jam penjemuran dengan suhu yang mencapai 50°C.

Namun dengan menggunakan jeruk nipis didapatkan pH air berkisar 3 hingga 2 sehingga jika mengacu pada Permenkes No. 492 tahun 2010, mensyaratkan air minum berkisar antara 6,5-8,5 serta Tidak Berasa maka hasil dari perlakuan ini tidak layak untuk dipergunakan sebagai air minum.

⊙ SODIS dengan Penambahan Jeruk Lemon

Penelitian terdahulu (Harding dan Kellogg, 2012) menunjukkan bahwa perlakuan SODIS dengan menggunakan jeruk Lemon mampu menginaktivasi *E. coli* selama 30 menit sebesar 5,6 Log, sementara jeruk nipis mampu menginaktivasi hingga 5,4 Log dalam waktu 60 menit. Hal ini berarti terdapat selisih waktu 30 menit dengan selisih 0,2 Log inaktivasi bakteri.

Untuk lebih jelas mengenai perbandingan efektivitas percobaan ini dengan perlakuan SODIS dan perlakuan SODIS dengan penambahan Jeruk Lemon dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2. Perbandingan Efektifitas SODIS + Jeruk Nipis dengan perlakuan SODIS, SODIS + Lemon

NO	Kondisi Optimum	Variasi Jenis Perlakuan pada proses SODIS		
		SODIS + Jeruk Nipis	SODIS + Lemon	SODIS
1	Waktu Perlakuan	1 jam	0,5 jam	5-6 jam
2	Temperatur Air	32° C	29° C	< 50° C
3	Besar Inaktivasi Bakteri	5,4 Log	5,6 Log	3-4 Log

Berdasarkan tabel 2 tersebut dapat diketahui bahwa perlakuan SODIS dengan penambahan jeruk nipis tidak lebih efektif dibandingkan dengan penggunaan jeruk lemon. Namun dengan mempertimbangkan aspek ketersediaan dan harga kedua jeruk lemon dan jeruk nipis di Indonesia, maka dapat dikatakan bahwa jeruk nipis cukup berpotensi jika dipergunakan untuk mempercepat inaktivasi bakteri dalam proses SODIS.

⊙ SODIS tanpa Panambahan Zat Aktif

SODIS tanpa penambahan zat aktif mampu membunuh bakteri *E. coli* hingga 3-4 Log selama 5-6 jam pada kondisi cuaca cerah. Sementara dalam keadaan mendung diperlukan waktu perlakuan selama 2 hari berturut-turut untuk membuat air dari bakteri *E. coli*. Selanjutnya jika suhu air mencapai 50°C maka waktu 1 jam sudah cukup untuk membunuh bakteri *E. coli*.

Dari uji lapangan yang dilakukan oleh Yayasan Dian Desa Yogyakarta, bahwa tiupan angin yang cukup keras akan mempengaruhi suhu air sehingga walaupun sinar matahari cukup, suhu

air di botol SODIS tidak bisa mencapai suhu 50°C paling tinggi suhu mencapai 40°C. Tetapi bila waktu penjemuran diperpanjang selama 5-6 jam sehingga mendapat sinar UV lebih banyak, ternyata sama efektifitasnya dengan 3-4 jam penjemuran dengan suhu yang mencapai 50°C.

Penelitian terdahulu (Harding dan Kellogg, 2012) menunjukkan bahwa perlakuan SODIS dengan menggunakan jeruk Lemon mampu menginaktivasi E. coli selama 30 menit sebesar 5,6 Log, sementara jeruk nipis mampu menginaktivasi hingga 5,4 Log dalam waktu 60 menit. Hal ini berarti terdapat selisih waktu 30 menit dengan selisih 0,2 Log inaktivasi bakteri.

Tabel 3. Perbandingan Efektifitas SODIS + Jeruk Nipis dengan perlakuan SODIS, SODIS + Lemon

No	Kondisi Optimum	Variasi Jenis Perlakuan pada proses SODIS		
		SODIS + Jeruk Nipis	SODIS + Lemon	SODIS
1	Waktu Perlakuan	1 jam	0,5 jam	5-6 jam
2	Temperatur Air	32° C	29° C	< 50° C
3	Inaktivasi Bakteri	5,4 Log	5,6 Log	3-4 Log

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Dosis dan waktu kontak

Besarnya dosis dan waktu kontak berbanding lurus terhadap besarnya tingkat inaktivasi bakteri. Hal ini terlihat pada waktu 0 menit dan 30 menit pada semua variasi dosis dengan peningkatan inaktivasi bakteri berkisar antara 0,2 - 0,4 Log.

2. Dosis terhadap pH

Semakin besar dosis yang diberikan maka semakin rendah pH air yang dihasilkan. Hal ini dilihat pada perubahan pH air awal sebesar 6 lalu turun menjadi 3 pada penambahan dosis 2% dan kembali menurun menjadi pH 2 pada variasi dosis 4% dan 6%.

3. Waktu terhadap temperatur air

Pada kondisi perlakuan dengan UV diketahui bahwa semakin lama waktu kontak maka semakin tinggi suhu. Hal ini dibuktikan dengan perubahan suhu dari awal dari 24°C menjadi 29°C, 32°C, 37°C setelah diberi perlakuan.

4. Efektivitas

Jeruk nipis mampu menginaktivasi bakteri sebesar 5,4 Log pada waktu 1 jam sehingga lebih efektif dibandingkan SODIS tanpa penambahan zat aktif yang hanya mampu menginaktivasi bakteri hingga 3-4 Log selama 5-6 jam.

Saran

Untuk perbaikan penelitian ini kedepannya, maka pada penelitian selanjutnya disarankan :

1. Melakukan pengujian untuk jenis bakteri selain *E. coli* seperti *Vibrio cholera*, *Salmonella spp* atau *Shigella spp*.
2. Melakukan uji coba SODIS dengan mengkombinasikan bersama zat lain yang mengandung *Psoralens* namun tidak menyebabkan pH air menjadi turun sehingga membuat air menjadi berubah rasa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Studi Lingkungan Hidup (PSL) Universitas Islam Indonesia yang telah mendukung pendanaan dari penelitian ini dan juga kepada Dewan Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Islam Indonesia (DPPM UII) atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk mempublikasikan penelitian ini pada Hari Rabu 18 September 2013 pukul 14.30 WIB di Unisi Radio Yogyakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- Bitton, Gabriel. 2005. *Waste Water Microbiology*, Third Editions. Florida : A John Wiley & Sons, Inc., Publication
- Harding, S. Alexander dan Kellogg and J. Schwab Kellogg . 2012. *Using Lime and Synthetic Psoralens to Enhance Solar Disinfection of Water (SODIS) : A Laboratory Evaluation with Norovirus, Escheria coli, and MS2*. Jurnal Am. J Trop. Med. Hyg., 86 (4). Hal. 566-572
- Kusnadi, Peristiwati, Syulasmii, Ammi dan Rochnintaniawati, Diana. 2003. *Common Text Book Microbiology*. Bandung : JICA – IMSTEP FMIPA Universitas Pendidikan Bandung
- Suriawiria, Unus. 2008. *Mikrobiologi Air dan Dasar-dasar Pengolahan Buangan Secara Biologis*. Bandung : Alumni
- Wegelin, M., 2002. *Solar Water Disinfection: A Guide for the Application of SODIS*. Duebendorf, Switzerland. EAWAG and SANDEC