

Penurunan Total Bakteri Coliform Menggunakan *elt Blown Cartridge Filter* dan Ultraviolet di Wisata Religi Maulana Malik Ibrahim Gresik

Ziyadatul Hikmah

Sanitasi Lingkungan, Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Surabaya; ziyad.hikmah@gmail.com

Ferry Kriswandana

Sanitasi Lingkungan, Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Surabaya; ferry.kesling@gmail.com
(koresponden)

Suprijandani

Sanitasi Lingkungan, Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Surabaya; suprijandani1@gmail.com

ABSTRACT

Drinking water that is safe for health is if it meets physical, microbiological, chemical and radioactive requirements. The results of previous studies indicated that drinking water in religious tourism of Maulana Malik Ibrahim Gresik contains coliform bacteria that exceeds the threshold of 15 CFU / 100ml. This study aims to know the effectiveness of total coliform bacteria reduction in drinking water using a combination of melt blown cartridge filter and ultraviolet. This type of research was experimental research. The design used was a Pretest-Posttest with control group model that compares the difference in total decrease in coliform bacteria in drinking water by processing using melt blown cartridge filter and ultraviolet. Data collection was done by laboratory examination of total coliform bacteria before and after treatment. Analysis of the effectiveness of the reduction was done descriptively. The results of the study decreased the total coliform bacteria in drinking water before processing by 27 CFU / 100 ml and after drinking water did not contain total coliform bacteria (0 CFU / 100 ml). The combination of melt blown cartridge filter and ultraviolet was effective in reducing total coliform bacteria according to Permenkes No. 492 of 2010. Efficiency reduction by 100%. It was recommended for the religious tourism managers to implement the design of tools that have been made with a combination of melt blown cartridge filter and ultraviolet to treat drinking water so that the water provided was suitable for consumption and safe for health.

Keywords: *drinking water; melt blown cartridge filter; ultraviolet*

ABSTRAK

Air minum yang aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan fisik, mikrobiologi, kimia, dan radioaktif. Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa air minum di wisata religi Maulana Malik Ibrahim Gresik mengandung bakteri coliform yang melebihi ambang batas yakni 15 CFU/100ml. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas penurunan total bakteri coliform pada air minum menggunakan kombinasi melt blown cartridge filter dan ultraviolet. Jenis penelitian ini adalah eksperimen research. Desain yang digunakan adalah eksperimen murni dengan model Pretest-Posttest with control grup yang membandingkan perbedaan penurunan total bakteri coliform pada air minum dengan pengolahan menggunakan melt blown cartridge filter dan ultraviolet. Pengumpulan data dilakukan dengan cara pemeriksaan laboratorium total bakteri coliform sebelum dan sesudah perlakuan. Analisa efektifitas penurunan dilakukan secara deskriptif. Hasil penelitian penurunan total bakteri coliform pada air minum sebelum pengolahan sebesar 27 CFU/100 ml dan setelah pengolahan air minum sudah tidak mengandung total bakteri coliform (0 CFU/ 100 ml). Kombinasi antara melt blown cartridge filter dan ultraviolet efektif untuk menurunkan total bakteri coliform sesuai dengan Permenkes No. 492 Tahun 2010. Efisiensi penurunan sebesar 100%. Pengelola wisata religi disarankan dapat mengimplementasikan rancangan alat yang telah dibuat dengan kombinasi antara melt blown cartridge filter dan ultraviolet untuk mengolah air minum agar air yang disediakan layak konsumsi dan aman bagi kesehatan.

Kata kunci: air minum; melt blown cartridge filter; ultraviolet

PENDAHULUAN

Air sangat penting untuk keberlangsungan hidup manusia dengan memperhatikan kepuasan manusia yakni memadai, aman dan mudah diakses. Peningkatan keamanan air minum dapat memberi manfaat yang nyata bagi kesehatan. Setiap upaya dalam meningkatkan keamanan air minum harus dilakukan untuk tercapainya kualitas air minum sesuai dengan peraturan yang berlaku⁽¹⁾.

Wisata Religi Sunan Maulana Malik Ibrahim merupakan salah satu tempat-tempat umum yang tidak pernah sepi didatangi pengunjung karena Syekh Maulana Malik Ibrahim merupakan bagian dari wali songo. Tujuan para pengunjung mendatangi wisata religi tersebut semata-mata mencari berkah dari sang wali yang mana salah satu kegiatannya adalah minum air yang berada disekitar makam wali. Air Minum tersebut dipercayai memiliki banyak manfaat dalam menyehatkan tubuh dan menyembuhkan berbagai penyakit.

Hasil uji laboratorium air minum di wisata religi Maulana Malik Ibrahim Gresik pada tahun 2019 menunjukkan bahwa air yang diperiksa berasa dan masih mengandung total bakteri coliform yang melebihi ambang batas yakni 15 CFU/100ml. Keberadaan bakteri coliform pada air minum Maulana Malik Ibrahim Gresik dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kondisi fisik tempat penampungan (gentong) air tidak terjaga kebersihannya, perawatan tidak dilakukan secara rutin, penggunaan air salah oleh beberapa peziarah yang dapat

mempengaruhi kualitas air minum yang disediakan, dan air minum yang disediakan hanya dialirkan melalui pipa PVC dengan bantuan pompa sentrifugal dari sumur air baku ke tempat penampungan air⁽¹⁾.

Penelitian menggunakan sistem filtrasi dan UV Purifikasi cukup efektif karena dapat menurunkan kekeruhan sebesar 37 %, E.coli sebesar 100 % dan warna sebesar 7,24 %⁽²⁾. Penggunaan melt blown filter cartridge 1 mikrometer 10 inch mempunyai efisiensi menurunkan total coliform sebesar 80%⁽³⁾. Sistem UV bekerja tergantung pada jumlah energi yang diserap sehingga dapat menghancurkan organisme yang terdapat pada air tersebut. Ukuran mikrofilter yang berjenjang mulai dari 10 mikron, 5 mikron, dan 1 mikron dapat mengurangi atau menurunkan kadar jumlah zat padat terlarut. Jika hanya menggunakan satu ukuran maka partikel yang berukuran di atas ukuran tersebut akan menutupi filter sehingga umur filter semakin pendek dan partikel yang berukuran lebih kecil kemungkinan dapat lolos termasuk bakteri Coliform⁽⁴⁾. Berdasarkan penelitian tersebut perlu dilakukan pengolahan air minum menggunakan cartridge filter dan ultraviolet agar kualitasnya memenuhi standar baku mutu Permenkes No. 492 tahun 2010 yaitu total bakteri coliform harus 0/100 ml sampel.

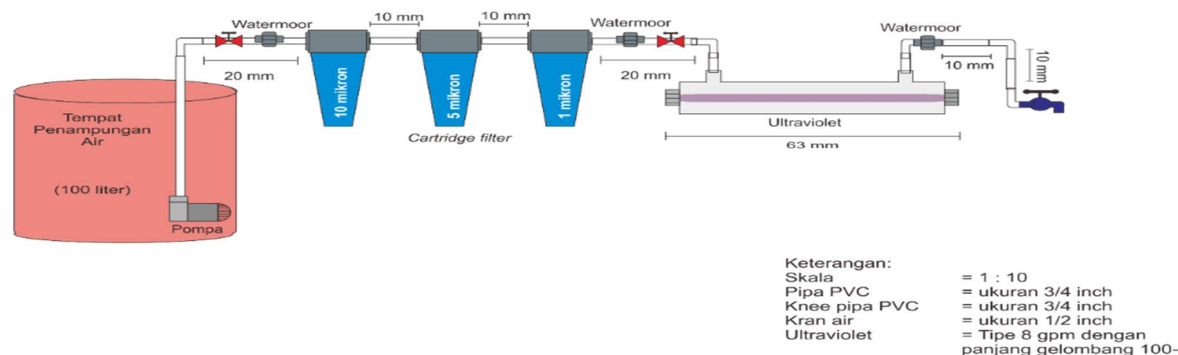
METODE

Penelitian ini termasuk dalam penelitian eksperimen atau percobaan (experimental research) dengan desain penelitian eksperimen murni dan model *pretest-posttest with control group*. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah air baku dari sumur gali yang berada di Wisata Religi Maulana Malik Ibrahim Gresik yang mengandung total bakteri coliform melebihi standar baku mutu yang sudah ditetapkan oleh Permenkes No. 492 tahun 2010. Sampel yang diambil sebanyak 200 liter untuk 6 kali replikasi. Pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan teknik grab sampling yaitu sampel yang diambil sesaat pada suatu lokasi (SNI 03-7016-2004). Pengambilan sampel dilakukan secara mikrobiologis.

Alat yang digunakan adalah stopwatch, botol sampel, cool box, galon, dan gunting pemotong pipa. Bahan yang digunakan antara lain tempat penampungan air, pipa PVC ¾ inch, kran air ½ inch, pompa, melt blown cartridge filter, housing filter, ultraviolet, knee ¾ inch, lem PVC, isolasi PVC, kapas, alkohol, ice pack, dan air sumur.

Prosedur kerja yang diterapkan adalah sebagai berikut:

- 1) Menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan
- 2) Memotong pipa PVC sepanjang 50 cm
- 3) Menyambungkan knee dengan bagian bawah pipa PVC dengan pompa menggunakan lem PVC
- 4) Menyambungkan knee dengan bagian atas pipa PVC sepanjang 50 cm menggunakan lem PVC
- 5) Menyambungkan knee dengan pipa PVC 10 cm menggunakan lem PVC
- 6) Memasang stop kran dan *watermoor* serta menyambungkan lagi dengan pipa PVC dengan panjang 10 cm
- 7) Menyambungkan pipa PVC dengan *housing filter* yang berisi *melt blown cartridge filter* 10 mikron
- 8) Menyambungkan pipa PVC 10 dengan *housing filter* yang berisi *melt blown cartridge filter* 5 mikron
- 9) Menyambungkan pipa PVC dengan *housing filter* yang berisi *melt blown cartridge filter* 1 mikron
- 10) Menyambungkan *housing filter* yang berisi *cartridge filter* 1 mikron dengan pipa PVC dengan panjang 10 cm
- 11) Kemudian memasang *watermoor* dan stop kontak lalu menyambungkan dengan knee menggunakan lem PVC
- 12) Lalu memasang UV dan menyambungkan lagi dengan knee dan memasang *watermoor*
- 13) Menyambungkan dengan knee dan pipa PVC dengan panjang 10 cm
- 14) Menyambungkan knee berdrat dan kran dengan isolasi PVC.



Gambar 1. Desain alat pengolahan air minum

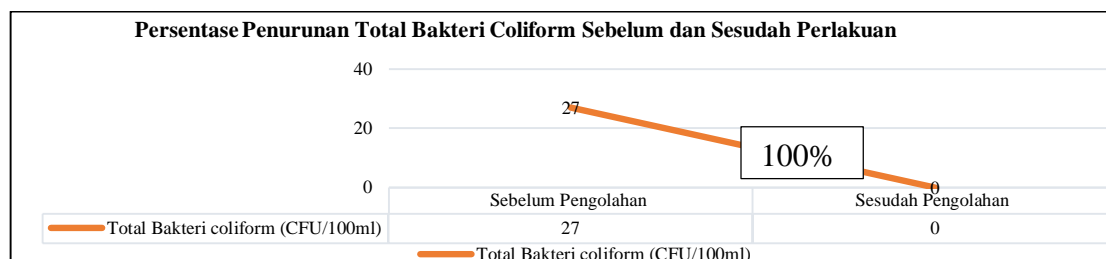
Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dengan menganalisis peningkatan/penurunan dari parameter uji (total bakteri *coliform*) dan disesuaikan dengan standar baku mutu air minum yaitu Permenkes RI No. 492 tahun 2010. Kemudian data disajikan dalam bentuk tabel dan diagram garis. Penentuan efisiensi penurunan total bakteri *coliform* pada air minum menggunakan kombinasi *melt blown cartridge filter* dan ultraviolet menggunakan rumus sebagai berikut⁽⁵⁾:

$$\% P = \frac{a-b}{a} \times 100 \%$$

Keterangan: % P: Penurunan total bakteri *coliform* (%); a: total bakteri *coliform* sebelum perlakuan; b: total bakteri *coliform* sesudah perlakuan

HASIL

Persentase penurunan total bakteri *coliform* sebelum dan sesudah pengolahan dapat dilihat di Gambar 2.



Gambar 1. Persentase penurunan total bakteri *coliform*

Gambar 2 memperlihatkan bahwa total bakteri *coliform* pada air sumur mengalami penurunan maksimal setelah dilakukan pengolahan dengan kombinasi *melt blown cartridge filter* dan ultraviolet sebesar 100%. Hasil penelitian ini memberikan pengaruh yang sangat baik karena menjadikan total bakteri *coliform* pada air minum sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum yaitu 0 CFU/100 ml. Dengan demikian, kombinasi antara *melt blown cartridge filter* dan ultraviolet efektif dalam menurunkan total bakteri *coliform* pada air minum.

PEMBAHASAN

Alat pengolahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari *cartridge filter* dan ultraviolet. *Cartridge filter* yang digunakan berukuran 10 inch dengan tipe *melt blown cartridge filter* dengan kerapatan pori-pori 10 μ m, 5 μ m, dan 1 μ m dan berfungsi sebagai proses filtrasi, sedangkan ultraviolet yang digunakan berkapasitas 8 gpm.

Rata-rata penurunan total bakteri *coliform* pada air minum menggunakan kombinasi *cartridge filter* dan ultraviolet dengan variasi debit aliran 1 liter/menit, 2 liter/menit, dan 3 liter/menit adalah sebesar 27 CFU/ 100 ml dengan efisiensi penurunan 100%. Pengolahan air portabel menggunakan sistem filtrasi (filter zeolit, mangan zeolit, karbon aktif, *filter cartridge* PP berukuran 0,1 μ) dan UV Purifikasi cukup efektif karena dapat menurunkan kekeruhan sebesar 37 %, *E.coli* sebesar 100 % dan warna sebesar 7,24 %⁽²⁾. Dengan demikian dapat diketahui bahwa penggunaan 1 tipe sistem filtrasi (*melt blown cartridge filter* dengan ukuran pori 10 μ m, 5 μ m, dan 1 μ m) dan ultraviolet berkapasitas 8 gpm pada penelitian ini sudah membuktikan adanya penurunan total bakteri *coliform* dengan maksimal yaitu 100%.

Adanya partikel dalam air dapat melindungi bakteri *coliform* sehingga dapat menurunkan kinerja proses desinfeksi oleh UV. Desinfeksi UV akan terhambat jika tanpa melalui proses filtrasi terlebih dahulu⁽⁶⁾. Alat filter yang digunakan adalah *cartridge filter* dengan tipe *melt blown cartridge filter* 10 μ m, 5 μ m, dan 1 μ m ukuran 10 inch. Pemilihan tipe dan ukuran *cartridge filter* tersebut bertujuan untuk memaksimalkan hasil penyaringan partikulat baik yang terlarut maupun yang tersuspensi sebelum air masuk ke pengolahan selanjutnya.

Melt blown cartridge filter memiliki kemampuan yang baik dalam menghilangkan partikel yang seragam dan biasanya dipasang pada rangkaian pengolahan air sebelum masuk ke proses pengolahan lanjutan⁽⁷⁾. Hal tersebut dilakukan untuk menghilangkan partikel yang dapat menurunkan kinerja proses pengolahan lanjutan. *Melt blown cartridge filter* mempunyai beberapa kelebihan yaitu kompatibel dengan sebagian besar bahan kimia, dapat menahan suhu hingga 135°C, mempunyai kapasitas penahan kotoran yang tinggi, memiliki masa pakai yang lama, dan harganya terjangkau⁽⁸⁾. Penggunaan *melt blown filter cartridge* 1 mikrometer 10 inch mempunyai efisiensi menurunkan total *coliform* sebesar 80%⁽³⁾.

Penurunan total bakteri *coliform* oleh *melt blown filter cartridge* pada penelitian ini karena terdapat bakteri yang berukuran di atas 1 μ m, sehingga bakteri tersebut terperangkap pada pori-pori di filter. *Melt blown cartridge filter* yang berukuran 10 μ m sudah mengalami perubahan warna menjadi coklat setelah dilalui air dengan volume 200 liter dalam waktu 72 menit. Hal tersebut menandakan bahwa air baku yang digunakan masih mengandung partikel tersuspensi. Dengan demikian maka perlu ditambahkan makrofilter untuk penyisihan partikel yang berukuran di atas 10 μ m. sehingga dapat memperpanjang umur *melt blown cartridge filter* yang digunakan. Rekomendasi penggantian *cartridge filter* adalah setelah dilalui oleh air maksimal sebanyak 8000 liter⁽⁹⁾.

Penurunan total bakteri *coliform* dalam penelitian ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain variasi ukuran filter yang digunakan dan debit aliran. Semakin bervariasi ukuran filter akan semakin baik kualitas produk air minum yang dihasilkan sebab bila hanya digunakan mikrofilter dengan satu ukuran, partikel yang berukuran di atas ukuran tersebut akan menutupi filter⁽⁴⁾.

Alat desinfektan yang digunakan berupa ultraviolet berkapasitas 8 GPM. Penggunaan UV tersebut bertujuan untuk mengantisipasi adanya peningkatan total bakteri *coliform* dan perubahan karakteristik air sumur yang terletak di Wisata Religi Maulana Malik Ibrahim Gresik pada waktu tertentu, sehingga kualitas air minum yang dihasilkan tetap maksimal. Idealnya untuk pengolahan air minum, kapasitas ultraviolet yang digunakan minimal adalah tipe 8 GPM (Galon Per Menit)⁽¹⁰⁾.

Radiasi ultraviolet dianggap sebagai metode desinfeksi air minum yang ramah lingkungan dan hemat biaya. Perawatan UV secara efektif dapat menonaktifkan dan menghancurkan mikroorganisme terutama virus⁽¹¹⁾. Efektifitas UV dalam menginaktivasi bakteri *Escherichia coli* adalah 99,9999%. Hal tersebut disebabkan oleh spektrum sinar ultraviolet yang dapat diserap oleh protein asam ribonukleat (RNA) dan asam deoksiribonukleat (DNA), sehingga dapat menyebabkan mutasi atau kematian pada patogen dengan efektif⁽¹²⁾.

Kerusakan mikroorganisme oleh ultraviolet terjadi langsung pada DNA. Iradiasi DNA menyebabkan basa timin membentuk dimer. Dengan demikian, enzim yang bertanggung jawab untuk melepaskan dan menyalin DNA selama replikasi tidak dapat berfungsi lagi. Hal tersebut membuat mikroorganisme tidak dapat bereproduksi dan menyebabkan sebuah infeksi⁽¹³⁾.

Inaktivasi bakteri pada penelitian ini dipengaruhi oleh waktu kontak antara ultraviolet dengan mikroba dalam air. Variasi waktu kontak yang digunakan adalah 13 detik, 7 detik, dan 4 detik. Ketiga variasi tersebut berhasil menginaktivasi total bakteri *coliform* secara maksimal (0 CFU/100 ml). Hal tersebut disebabkan oleh jarak antar setiap variasi waktu kontak yang digunakan tidak jauh, sehingga perbedaan penurunan total bakteri *coliform* setiap variasi waktu kontak tidak terlihat secara signifikan. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa inaktivasi bakteri pada ultraviolet dengan kapasitas 8 gpm hanya membutuhkan waktu kontak selama 4 detik.

Kerugian dari pemakaian ultraviolet untuk desinfeksi air minum adalah kurangnya efek bakteriostatik dan kemampuan desinfeksi secara terus menerus⁽¹¹⁾. Oleh karena itu diperlukan pengembangan metode inovatif dalam mengoptimalkan sinyal UV untuk degradasi polutan organik dan inaktivasi bakteri.

Kombinasi antara *melt blown cartridge filter* dan ultraviolet berkapasitas 8 gpm yang telah dibuat dapat mengolah air sebanyak 129.600 liter perbulan dengan biaya operasional sebagai berikut:

Tabel 1. Biaya operasional penggunaan alat per bulan

No.	Bahan	Jumlah	Satuan	Harga
1.	Listrik 500 watt	-	-	Rp. 60.000,-
2.	<i>Melt blown cartridge filter</i> ukuran 10 µm	10	buah	Rp. 100.000,-
3.	<i>Melt blown cartridge filter</i> ukuran 5 µm	1	buah	Rp. 10.000,-
4.	<i>Melt blown cartridge filter</i> ukuran 1 µm	1	buah	Rp. 10.000,-
Jumlah				Rp. 180.000,-

KESIMPULAN

Kombinasi antara *melt blown cartridge filter* dan ultraviolet efektif secara maksimal dalam menurunkan total bakteri *coliform* pada air minum sehingga sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum yaitu 0 CFU/100 ml. Peneliti lain disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan dengan meningkatkan variasi debit aliran sesuai kapasitas ultraviolet, memodifikasi alat pengolahan air menggunakan kombinasi dari *melt blown cartridge filter* dengan tipe dan ukuran yang berbeda, dan melakukan uji coba dalam penurunan parameter lainnya dengan waktu pengamatan yang lebih lama.

DAFTAR PUSTAKA

- Danuris D, Rustanti I, Rachmaniyah. Studi Pengelolaan Penyediaan Air Minum di Wisata Religi Sunan Ampel Surabaya dan Maulana Malik Ibrahim Gresik Tahun 2019. 2019;
- Jati DR, Kadaria U. Pengolahan air minum portabel dengan sistem filtrasi dan uv purifikasi 1. 2017;63-7.
- Mulyatna L, Hasbiah A, Pahilda WR. Penyisihan Total Coliform dalam Air Hujan Menggunakan Media Filter Zeolite Termodifikasi, Karbon Aktif, dan Melt Blown Filter Cartridge. *Informatek*. 2019;21:15-26.
- Waliulu KT, Natsir MF, Ruslan. Analisis Mikroorganisme Air Minum Isi Ulang pada Dispenser di RSUD Dr. M. Haulussy Kota Ambon. *J Nas Ilmu Kesehat*. 2018;1(2).
- Yevitasari DC. Keefektifan Ketebalan Karbon Aktif Sebagai Media Filter Terhadap Penurunan Kadar Besi (Fe) Air Sumur. *Naskah Publ Ilm*. 2013;
- Cantwell RE, Hofmann R. Inactivation of indigenous coliform bacteria in unfiltered surface water by ultraviolet light. *Water Res*. 2008;42(10-11):2729-35.
- Kanade PS. Disposable Filters. *Int J Innov Res Sci Eng Technol*. 2013;2(10):5774-9.
- Kanade PS, Bhattacharya SS. Terms, Test Methods, and Types of Filters. *A Guide to Filtration with String Wound Cartridges*. 2016. 11-50 p.
- Indra A, Sutanto A. Prototipe alat pencuci cartridge filter usaha air minum isi ulang. 2016;6(April):11-8.
- Sabarlah. Faktor-Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Cemar Air Minum Isi Ulang Oleh *Escherichia Coli* Di Kota Denpasar Tahun 2015. 2016;133.
- Zeng F, Cao S, Jin W, Zhou X, Ding W, Tu R, et al. Inactivation of chlorine-resistant bacterial spores in drinking water using UV irradiation, UV/Hydrogen peroxide and UV/Peroxymonosulfate: Efficiency and mechanism. *J Clean Prod* [Internet]. 2020;243:118666. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118666>
- Fauzi HN. Pengembangan prototipe sistem pengolahan air balas dengan menggunakan aplikasi filtrasi karet remah dan radiasi sinar uv. In: *Skripsi*. 2017.
- Timmermann LF, Ritter K, Hillebrandt D, Küpper T. Drinking water treatment with ultraviolet light for travelers – Evaluation of a mobile lightweight system. *Travel Med Infect Dis*. 2015;13(6):466-74.