

Penerapan *Test Strip* dalam Uji Kontaminan Bakteri *Escherichia coli* pada Air Bersih

Application of Test Strip to Testing Escherichia coli Bacteria Contaminants in Clean Water

Afrilyani Kontryana^{1*}, Akira Kikuchi²

¹Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Lingkungan Pembangunan, Non-Fakultas, Universitas Brawijaya, Jl. MT. Haryono, Malang 65145, Indonesia

²Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang 65145, Indonesia

*Email korespondensi: afri.apre@gmail.com

ABSTRAK

Pengujian kualitas air berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) menggunakan alat-alat khusus yang hanya ada di laboratorium dan harus dioperasikan oleh seorang laboran menyebabkan keterbatasan data yang diperlukan karena memerlukan biaya yang tinggi. Oleh karena itu diperlukan metode alternatif yang lebih terjangkau dan mudah digunakan dalam uji kualitas air. Dengan menggunakan *Test Strip* sebagai alat untuk menguji kontaminasi bakteri *Escherichia coli* (*E.Coli*) dan *total coliform* pada sampel air bersih. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana kemampuan penggunaan alat *Test Strip* diterapkan dalam metode alternatif untuk uji kualitas air yang tidak berdasarkan standar SNI. Metode penelitian menggunakan metode deskriptif eksploratif, dimana hasil penelitian berdasarkan pengamatan yang dialami oleh penulis selama menggunakan *Test Strip*. Hasil menunjukkan bahwa *Test Strip* merupakan alat yang mudah digunakan, terjangkau dan dapat digunakan sebagai alat edukasi mandiri dalam menghasilkan informasi kualitas air bersih dalam uji mikroba pada sampel air, tetapi untuk mendapatkan hasil yang akurat tidak dianjurkan untuk menggunakan alat *Test Strip*. Penggunaan *Test Strip* lebih sesuai digunakan untuk kondisi yang cepat atau mendesak sehingga para pengguna dapat melakukan tindakan preventif awal yang lebih cepat terhadap adanya kontaminan bakteri pada air bersih yang biasa dikonsumsi.

Kata kunci: metode alternatif, mudah digunakan, terjangkau, *Test Strip*, uji kualitas air

ABSTRACT

Indonesian National Standard (SNI) to testing water quality using special equipment that is only available in the laboratory and must be operated by a laboratory assistant can be causing limited result because required high cost. Therefore we need an alternative method that is more affordable and easy to use in testing water quality. *Test Strip* used as a tool to test for contamination of *Escherichia coli* (*E.Coli*) and *total coliform* in clean water samples. This study aims to determine how the capability of *Test Strip* as an alternative method that is not based on SNI standards in clean water quality testing. The research used descriptive exploratory as the research method, where the results of the study are based on the observations experienced by the author along with using the *Test Strip*. The results show *Test Strip* is a tool that easy to use, affordable, and can be used as an independent educational tool in producing clean water quality information. But, *Test Strip* is not recommended to be used to get accurate results. *Test Strip* is more suitable to obtain water quality information in rapid or urgent conditions so that users can take faster preventive action against the presence of bacterial contaminants in clean water.

Keywords: affordable, alternative, easy to use, *Test Strip*, water quality testing

PENDAHULUAN

Urbanisasi memberikan dampak positif bagi perekonomian tetapi dapat menimbulkan kerusakan lingkungan, khususnya pada kuantitas dan kualitas air bersih. Aktivitas manusia yang kompleks semakin menekan sumber-sumber air bersih yang kita konsumsi sehari-hari. Di negara-negara miskin dan negara berkembang ketersediaan pasokan air bersih menjadi masalah yang signifikan dihadapi oleh masyarakatnya. Menurut Lifewater (2020), sekitar 748 juta manusia di dunia tidak mempunyai akses dalam mendapatkan air bersih, dimana jumlah tersebut dua kali lebih banyak dari populasi penduduk di negara Amerika Serikat. Kontaminasi mikroba patogen pada air minum telah menyebabkan kematian anak-anak yang berusia di bawah lima tahun (Gadgil, 1998 dalam Odonkor & Ompofo, 2013). Air minum yang tidak aman membawa mikroba patogen ke dalam tubuh dan menyebabkan penyakit (OECD, 2003; WHO, 2017). Penyakit yang ditularkan melalui air minum menjadi masalah global yang dihadapi dalam proses manajemen air (Motlagh & Yang, 2019). Deteksi mikroba patogen pada air bersih merupakan salah satu kunci dalam proses manajemen air untuk mencegah terjadinya wabah.

Kontaminasi feses pada perairan menunjukkan adanya kandungan patogen dalam perairan tersebut (OECD, 2003). Uji bakteri *E.Coli* merupakan salah satu cara untuk menyatakan ada tidaknya kontaminasi feses dalam perairan (Kikuchi *et al.*, 2013). Pemantauan *E.Coli* merupakan indikator mikrobiologi bakteri yang dapat digunakan untuk membuat keputusan-keputusan dalam proses manajemen air minum (Odonkor & Ompofo, 2013; Tryland *et al.*, 2015). Adanya kandungan *E.Coli* di luar habitat bakteri tersebut, yaitu di usus besar dan pada hewan berdarah dingin menunjukkan adanya kontaminasi feses, dikarenakan buruknya proses dalam manajemen air dan makanan (Odonkor & Ompofo, 2013). EPA (2012) telah merekomendasikan bahwa bakteri *E.Coli* merupakan indikator terbaik yang dapat menunjukkan kontaminasi feses di dalam air.

Berdasarkan uji SNI, *E.Coli* dalam air dapat dilakukan menggunakan dua teknik yang yaitu *Most Probable Number* (MPN) dan

filter membran. Kedua jenis teknik tersebut membutuhkan peralatan-peralatan akurat dan tempat yang higienis yaitu laboratorium untuk dilakukan proses uji. Pengujian mikrobiologi pada laboratorium memerlukan biaya yang cukup tinggi sehingga tidak jarang uji kualitas air tidak dilakukan oleh konsumen atau distributor air minum. Graveline (2010) dalam Kikuchi *et al* (2013) merekomendasikan metode pemantauan yang lebih fleksibel dalam proses membuat informasi kualitas air. Penggunaan metode alternatif dalam menguji kualitas air menggunakan alat *Test Strip* yang dioperasikan oleh masyarakat sebagai pengguna (Kikuchi *et al.*, 2015). Selain itu penelitian menggunakan mahasiswa sebagai pengganti laboran dalam uji *E.Coli* di Desa Gampingan, Kabupaten Pagak, Jawa timur menunjukkan bahwa alat ini berpotensi untuk digunakan dalam uji kualitas air (Kikuchi *et al.*, 2013). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana kemampuan penggunaan alat *Test Strip* diterapkan dalam metode alternatif untuk uji kualitas air yang tidak berdasarkan SNI. Selain itu penelitian ini akan membandingkan nilai *E.Coli* dan *Total coliform* hasil uji *Test Strip* dengan standar baku mutu air menurut beberapa peraturan di Indonesia.

BAHAN DAN METODE

Wilayah Studi Penelitian

Sampel air bersih dikumpulkan pada beberapa wilayah yang ada di Kota Malang dengan karakteristik wilayah yang berbeda-beda. Untuk sampel air dilakukan pada beberapa lokasi diantaranya yaitu pada instalasi Zona Air Minum Prima (ZAMP) dilakukan pada beberapa taman di Kota Malang; sampel yang berasal dari kran Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) dilakukan pada kran yang diinstalasi di pemukiman padat; pengambilan sampel air rumah tangga; mata air di pinggir sungai dan air sumur yang berasal dari RT 2 RW 4 Kelurahan Tlogomas yang merupakan pemukiman padat penduduk di pinggiran Kota Malang. Jenis penelitian menggunakan penelitian eksploratif dimana akan dikaji

penerapan alat *Test Strip* dalam menghasilkan informasi kualitas air.

Penentuan Pengambilan Sampel Air

Pada penelitian ini air bersih yang dikonsumsi sehari-hari dijadikan sampel untuk uji kontaminan feses. Air bersih didefinisikan oleh Peraturan Menteri Kesehatan No. 416 Tahun 1990 yaitu air yang digunakan pada kehidupan sehari-hari dan dapat diminum setelah dimasak. Sampel air diambil dari beberapa tempat di Kota Malang menggunakan teknik *random sampling*. Sebanyak tiga puluh lima sampel air yang dikumpulkan. Air sampel dikelompokkan menjadi 7 macam sampel yaitu:

1. Air bersih dari sumur gali sebanyak 4 sampel
2. Air bersih dari sumur bor sebanyak 3 sampel
3. Air bersih dari kran PDAM sebanyak 6 sampel
4. Mata air di pinggir sungai sebanyak 6 sampel
5. Air bersih di rumah tangga sebanyak 10 sampel
6. Air yang telah dimasak sebanyak 1 sampel
7. Air siap minum dari instalansi Zona Air Minum Prima (ZAMP) sebanyak 5
8. Sampel

Test Strip

Test Strip merupakan sebuah alat uji yang memanfaatkan sifat enzim dalam mendeteksi adanya kontaminasi mikroba. Diproduksi oleh perusahaan *Sun Chemical* di Jepang. *Test Strip* dapat menguji adanya 2 jenis mikroba dalam satu kali tahap uji yaitu bakteri *E.Coli* dan bakteri *total coliform*. Bakteri *total coliform* merupakan jenis *gram-negative bacillus* yang akan menghasilkan *B-galactosidase* (B-GAL), sedangkan *E.Coli* akan menghasilkan enzim *B-gluconidase* (B-GLU) dalam waktu 24 jam pada suhu 44.5°C.

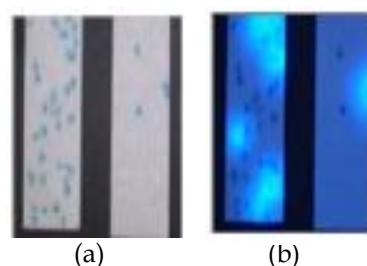
Test Strip adalah sebuah alat yang mengandung bahan kimia 5-bromo 4 chloro 3 indolyl B-D galacto pyranoside (X-Gal) dan 4-Methylumbelliferyl-B-D(-)-glucuronide (M-glu). Jika terdeteksi bakteri *total coliform* pada sampel uji, maka X-Gal akan terpecah oleh enzim B-GAL dan akan menghasilkan warna biru di atas kertas *Test Strip* (Stevens *et al.*, 2001 dalam Kikuchi *et al.*, 2013), sedangkan

jika terdeteksi *E.Coli* maka bahan kimia M-glu akan dipecah oleh enzim (B-GLU) dan menghasilkan *bright fluorescence* di atas kertas paper *Test Strip* (Huang *et al.*, 1997 dalam Kikuchi *et al.*, 2013).

Tahap Penggunaan Test Strip

Test Strip merupakan kertas yang mengandung X-Gal dan M-glu yang bertugas untuk mendeteksi adanya kandungan *E.Coli* dan *Total coliform* ketika sampel air diuji. Tahapan dalam penggunaan *Test Strip* yaitu:

1. Sebelum mengambil sampel, tangan dan alat pengambil sampel (pipet tabung) disterilisasikan dengan alkohol
2. Memberi nama sampel di atas penutup atau plastik
3. Mengeluarkan alat dari plastik dengan cara mendorongnya dari luar penutup dan memegang alat pada ujung alat dimana merupakan bagian kertas yang tidak mengandung bahan kimia
4. Mengambil sampel air sebanyak 10 ml menggunakan pipet tabung
5. Menuangkan sampel dari pipet ke atas alat dengan kondisi tangan yang lain memegang ujung kertas
6. Memasukkan kembali alat ke plastik
7. Mengeluarkan udara dari plastik dan menutup plastik
8. Sampel air diinkubasi dalam inkubator sederhana selama 24 jam pada suhu 36°C
9. Menghitung koloni bakteri *E.Coli* di bawah lampu UV
10. Menghitung koloni bakteri *Total coliform* tanpa menggunakan lampu UV
11. Mendokumentasikan keadaan kertas *Test Strip* setelah diinkubasi



Gambar 1. (a) Terdeteksinya bakteri *Total coliform* pada *Test Strip*; (kanan) terdeteksinya bakteri *E.Coli* pada *Test Strip* yang disinari oleh lampu UV 360 nm

Analisis Data

Penggunaan alat *Test Strip* selama kegiatan di lapangan yang dilakukan oleh penulis seperti pengambilan sampel sampai pada tahap analisis akan dijadikan dasar dalam mengukur kemampuan *Test Strip* sebagai metode non standar untuk menghasilkan informasi kualitas air. Selain itu akan ditambahkan *review* menggunakan metode lain berbasis SNI dalam menguji *E.Coli* untuk menilai kekurangan dan kelebihan dari *Test Strip*. Hasil uji *E.Coli* pada sampel air bersih akan dibandingkan dengan beberapa baku mutu air bersih di Indonesia sehingga status dari sampel air bersih di penelitian dapat dijadikan bahan informasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Air

Tiap kelompok sampel air dibandingkan dengan standar baku mutu air di Indonesia. Hasil uji air bersih yang berasal dari sumur gali akan dibandingkan dengan Baku Mutu Air Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 82/2001 kelas I untuk air baku dan Baku Mutu Air Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32/2017 untuk air sanitasi. Sampel air dari kran PDAM akan dibandingkan dengan Baku Mutu Air menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492/2010 untuk air minum. Sedangkan untuk sampel air dari mata air dan air bersih di rumah tangga akan dibandingkan dengan baku mutu air menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32/2017. Tabel 1 menunjukkan nilai baku mutu air tiap regulasi pada parameter *E.Coli* dan *total coliform*.

Satuan analisis untuk hasil perhitungan *E.Coli* dan *total coliform* adalah CFU per ml, dimana CFU merupakan singkatan dari *Coliform Forming Unit*. Dikarenakan hasil dari uji *Test Strip* akan dibandingkan dengan beberapa standar baku mutu air maka nilai dari uji *Test Strip* akan dikonversi menjadi satuan CFU per 100 ml. Hasil dari uji *Test Strip* ditunjukkan pada Gambar 3 sampai Gambar 5.

Tabel 1. Batas standar untuk parameter bakteri *E.Coli* dan *total coliform* di tiap baku mutu air

Baku Mutu Air	Parameter	
	<i>E.Coli</i>	<i>total coliform</i>
	cfu per 100 ml	cfu per 100 ml
PP No.82/2001 kelas I untuk air baku	100	1000
Peraturan Menteri Kesehatan No.32/2017 untuk air sanitasi	0	50
Peraturan Menteri Kesehatan No. 492/2010 untuk air minum	0	0

Keterangan :

cfu = *dolony forming unit*

Hasil menunjukkan bahwa 28 dari 35 sampel air yang diuji adalah terkontaminasi bakteri *E.Coli* dan *total coliform*. Untuk air bersih yang bersumber dari mata air di pinggir sungai menunjukkan bahwa 5 dari 6 sampel terkontaminasi dan melebihi batas standar baku mutu air menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32/2017. Sampel air tersebut merupakan sampel dari air yang digunakan oleh warga sekitar sungai untuk keperluan mandi dan mencuci.

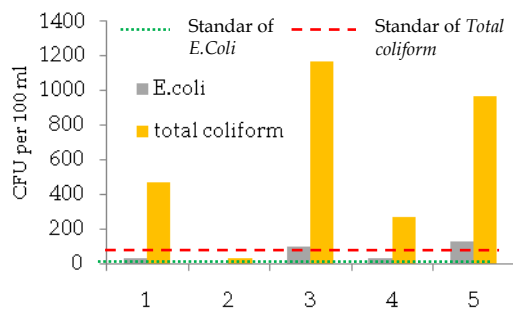
Masyarakat pada area pengambilan sampel lebih dominan menggunakan air bersih yang bersumber dari sumur. Hasil menunjukkan bahwa 6 sampel dari 7 sampel telah terkontaminasi oleh bakteri *E.Coli* dan *total coliform*. Status sampel air tersebut jika dibandingkan dengan baku mutu air menurut PP Nomor 82/2001 untuk air kelas I, maka hanya sampel air pada *site* 7 dan 8 yang melebihi standar dimana jika digunakan sebagai air baku maka sampel air *site* 7 dan 8 tidak layak dikonsumsi. Untuk *site* 6, 7, 8, 9, 10, and 12 adalah melebihi standar baku mutu menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32/2017. Menurut peruntukannya air sumur merupakan air tanah yang dapat dijadikan sebagai air baku air minum dan juga dapat digunakan sebagai air untuk kegiatan sanitasi seperti memasak, mencuci, mandi, dan menyikat gigi.

Terdapat fakta menarik dari hasil uji air bersih yang bersumber dari sumur. Hasil pada *site* 6, 7, 8, dan 9 merupakan sampel air bersih dari sumur tipe gali, sedangkan *site* 10, 11 dan 12 merupakan sampel air bersih dari sumur bor. Gambar 3 menunjukkan grafik dimana nilai *E.Coli* pada *site* sampel air bersih yang bersumber dari sumur gali lebih banyak daripada sampel air bersih dari sumur bor. Pada penelitian di Desa Patumbak yang dilakukan oleh Putra (2010), dimana terdapat kontaminasi bakteri *total coliform* pada sumur gali di rumah masyarakat. Bangunan sumur gali tersebut diindikasikan tidak memiliki kualifikasi desain bangunan yang aman untuk terhindar dari kebocoran karena menggunakan *open dumping system* dan material penyusun dinding tidak *water resistant* sehingga besar kemungkinan terjadi kontaminasi feces dari *septic tank* yang berdekatan dengan sumur melewati celah-celah dinding sumur.

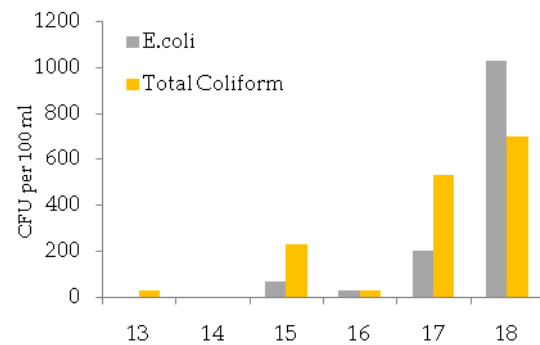
Di Indonesia kebutuhan air bersih tidak hanya berasal dari sumur, namun juga disediakan oleh Perusahaan Air Minum Daerah yang disingkat PDAM. Air dari PDAM didistribusikan melalui sistem perpipaan ke wilayah-wilayah yang membutuhkan. Di negara-negara maju Asia seperti Jepang, Korea, dan Singapura air bersih yang didistribusi melewati sistem perpipaan untuk masyarakat dapat diminum secara langsung dari kran, akan tetapi di Indonesia hal tersebut masih dianggap tabu untuk dilakukan karena pihak distributor dan konsumen ragu akan kualitas air yang langsung diminum tanpa melalui proses pemasakan terlebih dahulu. Selama beberapa tahun terakhir ini selain memasok air bersih PDAM di Kota Malang juga membangun instalasi Zona Air Minum Prima di beberapa area taman di Kota Malang. Pada penelitian ini telah dikumpulkan sampel air dari kran PDAM yang terpasang di beberapa rumah dan sampel air dari kran ZAMP yang terpasang di beberapa taman. Hasil uji *Test Strip* menunjukkan bahwa sampel air dari kran PDAM semuanya terkontaminasi, sedangkan kran dari instalasi ZAMP tidak ada yang terkontaminasi. Pada Gambar 4 (a) menunjukkan bahwa air yang berasal dari

kran PDAM tidak layak untuk diminum langsung karena sudah melewati ambang baku mutu air menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492/2010. Distribusi air bersih melewati sistem perpipaan mendapatkan *treatment* pemberian klorin untuk memproteksi air bersih dari zat-zat kontaminan. Apabila terjadi pencemaran oleh mikroba pada air yang terdistribusi melalui perpipaan maka ada kemungkinan terjadi kebocoran pipa atau proses pemberian klorin tidak dilakukan dengan benar (Rofida, dkk., 2019).

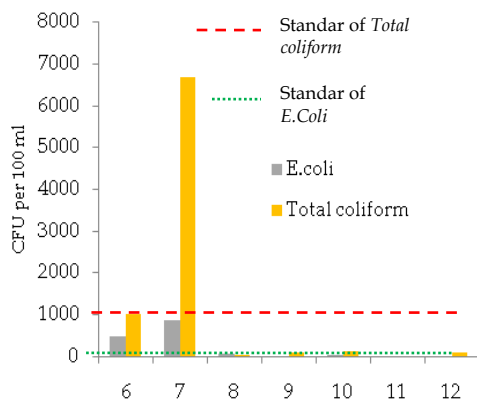
Warna yang ditunjukkan pada kertas *Test Strip* untuk menandakan adanya kandungan *E.Coli* dibagi menjadi 2 jenis warna yaitu *blue bright fluorescence* dan *green bright fluorescence*. *E.Coli* dengan koloni yang hidup ditunjukkan dengan warna kertas *blue bright fluorescence* sedangkan warna *green bright fluorescence* menunjukkan bahwa koloni *E.Coli* di media mati. Pada Gambar 5 (a), Gambar 5 (b) dan Gambar 5 (c) diketahui bahwa hasil uji dari kedua jenis *E.Coli* yaitu *E.Coli* yang pertumbuhannya kuat dan *E.Coli* yang pertumbuhannya lemah pada sampel air yang dikumpulkan di bak mandi paling tinggi dibandingkan hasil sampel air lainnya. Bak kamar mandi merupakan wadah atau kontainer yang tidak mempunyai tutup, sehingga kontaminasi feces dari kegiatan manusia di kamar mandi kemungkinan besar dapat terjadi. Untuk sampel air dari air yang telah dimasak menunjukkan bahwa air baku yang terkontaminasi apabila diberi *treatment* salah satunya dengan dimasak dapat mematikan atau menghilangkan kontaminan *E.Coli* sebelum dikonsumsi, sehingga air tersebut aman untuk diminum. Singkatnya air bersih yang kita gunakan untuk berbagai kegiatan rentan terkontaminasi oleh feces dapat terjadi karena beberapa faktor, antara lain infrastruktur dalam penyediaan sarana dan prasarana air bersih, pengolahan yang dipilih serta kebiasaan manusia dalam menggunakan air bersih.



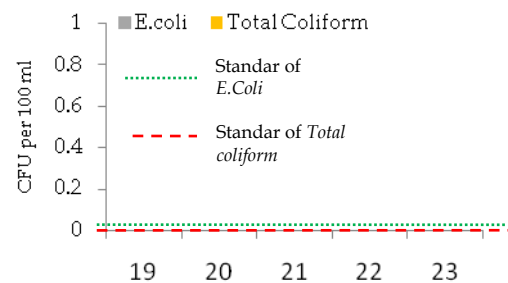
Gambar 2. Hasil uji pada sampel air yang berasal dari mata air di pinggir sungai dan dibandingkan dengan baku mutu air sanitasi



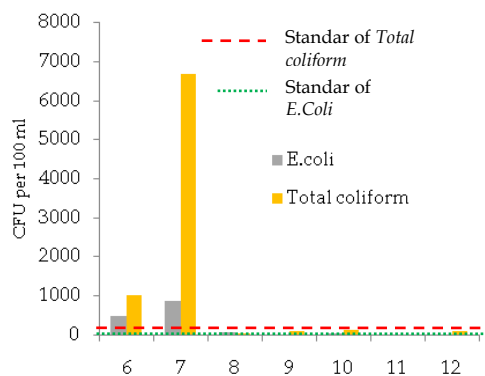
Gambar 4 (a). Hasil uji pada sampel air kran PDAM dan dibandingkan dengan baku mutu air minum



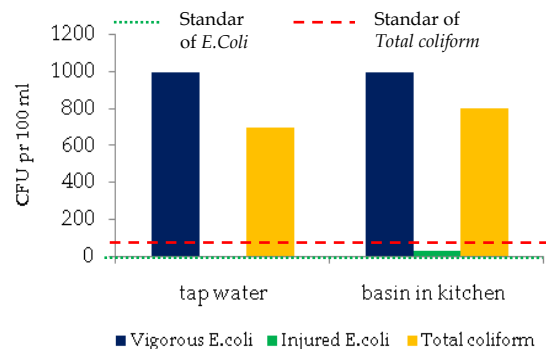
Gambar 3 (a). Hasil uji pada sampel air yang berasal dari sumur dan dibandingkan dengan baku mutu air baku



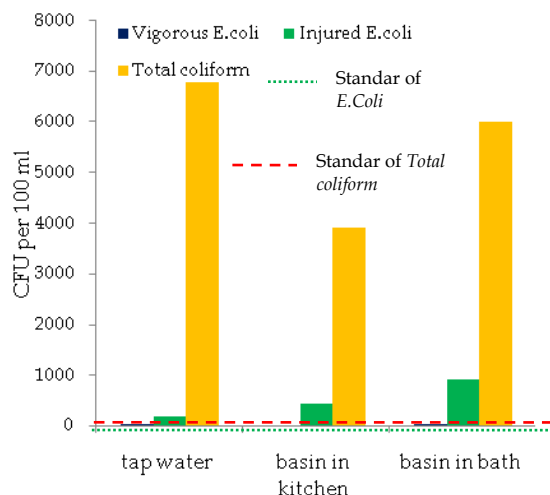
Gambar 4 (b). Hasil uji pada sampel air kran instalansi ZAMP dan dibandingkan dengan baku mutu air minum



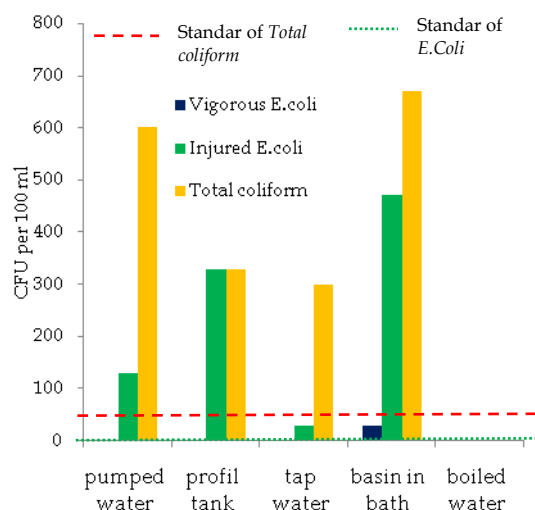
Gambar 3 (b). Hasil uji pada sampel air yang berasal sumur dan dibandingkan dengan baku mutu air sanitasi



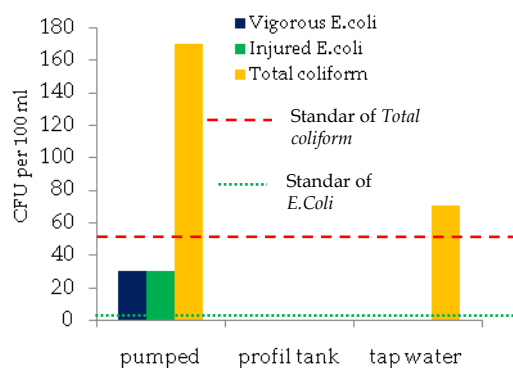
Gambar 5 (a). Hasil uji pada sampel air pada rumah tanggabaku mutu air sanitasi



Gambar 5 (b). Hasil uji pada sampel air pada rumah tangga site 2 dan dibandingkan dengan baku mutu air sanitasi



Gambar 5 (c). Hasil uji pada sampel air pada rumah tangga site 3 dan dibandingkan dengan baku mutu air sanitasi

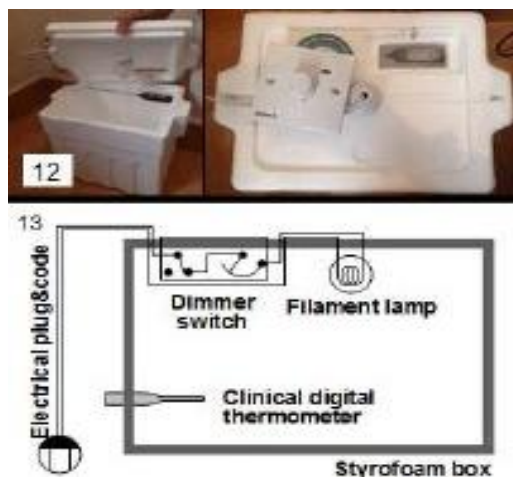


Gambar 5 (d). Hasil uji pada sampel air pada rumah tangga site 4 dan dibandingkan dengan baku mutu air sanitasi

Kemampuan *Test Strip* dalam Memberikan Informasi Kualitas Air

Perubahan warna yang ditunjukkan oleh permukaan kertas merupakan reaksi kimia pada alat *Test Strip* terhadap enzim yang dikeluarkan oleh bakteri. Oleh karena itu permukaan kertas sangat sensitif terhadap sentuhan tangan yang dikhawatirkan dapat menghasilkan *error*. Selama di lapangan sebelum melakukan pengambilan sampel, tangan harus disterilisasi terlebih dahulu menggunakan alkohol 70% sehingga terjadinya *error* dapat diminimalisir. Setelah tahap sterilisasi tahap pengambilan sampel menggunakan metode *Test Strip* sangat mudah dilakukan dan tidak membutuhkan alat pendukung yang banyak. Alat pendukung dalam mengambil sampel hanya menggunakan pipet ukur, yang berguna untuk mengukur volume sampel, sedangkan wadah sampel atau tempat penyimpanan sampel adalah langsung menggunakan kertas *Test Strip*.

Proses pembuatan media untuk pertumbuhan kultur bakteri di laboratorium dilakukan menggunakan peralatan-peralatan pendukung seperti cawan petri atau tabung reaksi, akan tetapi pada metode *Test Strip* kertas alat menjadi wadah sampel sekaligus media kultur pertumbuhan bakteri sehingga tidak memerlukan peralatan yang banyak. Selain itu inkubator yang digunakan pada penelitian ini merupakan sebuah inkubator sederhana yang dibuat menggunakan bahan-bahan sederhana dengan harga terjangkau. Gambar 6 menunjukkan inkubator sederhana yang digunakan pada proses penelitian ini.



Gambar 6. Inkubator sederhana yang dibuat dari bahan-bahan yang terjangkau
(Sumber: Kikuchi *et al.*, 2015)

Tahap inkubasi yang dibutuhkan *Test Strip* untuk menumbuhkan kultur bakteri pada permukaan kertas *Test Strip* membutuhkan waktu 24 jam. Hal tersebut juga merupakan waktu yang sama pada metode lain seperti pada metode MPN (*Most Probable Number*), dimana waktu inkubasi yang dibutuhkan pada metode tersebut juga memerlukan waktu inkubasi yang sama, yakni 24 jam sampai menunjukkan adanya perubahan warna pada media kultur bakteri. Untuk perhitungan koloni bakteri, kelebihan metode *Test Strip* adalah dapat membedakan koloni bakteri *E.Coli* yang hidup dan yang mati, sedangkan untuk kekurangannya alat *Test Strip* tidak mampu memastikan jumlah koloni yang tumbuhnya berdekatan karena membentuk satu koloni yang besar, sehingga tampilan warna pada kertas tidak dapat dibedakan. Kelemahan tersebut juga berlaku pada metode sebar atau permukaan. Hal tersebut berbeda dengan metode standar SNI seperti metode MPN yang mampu mendapatkan konsentrasi mikroorganisme yang sesuai sehingga proses perhitungan koloni dapat dilakukan secara jelas. Diperlukan kajian yang lebih mendalam untuk keakuratan hasil analisis kualitas air antara metode berstandar SNI dan metode *Test Strip*.

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat ditarik simpulan bahwa design *Test Strip* yang sederhana dan mudah dioperasikan dengan harga terjangkau memberikan peluang untuk alat ini cocok digunakan sebagai deteksi awal yang tidak membutuhkan hasil analisis yang

akurat. Penggunaan *Test Strip* cocok digunakan untuk deteksi kontaminan feces pada monitoring kualitas air minum yang harus dilakukan secara rutin, dimana membutuhkan alat yang cepat, mudah pengoperasian dan dengan harga terjangkau. Sehingga para konsumen sebagai user dapat melakukan monitoring sendiri terhadap kualitas air minum yang mereka konsumsi sehari-hari. Metode alternatif uji kualitas air yang bersifat mudah dioperasikan, harga terjangkau dan cepat dapat memberikan keuntungan untuk memantau kualitas air secara rutin sehingga air yang sangat rentan mengalami pencemaran dapat dicegah melalui pendeteksian lebih dini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada mahasiswa dan mahasiswi Pascasarjana Pusat Universitas Brawijaya atas partisipasi dalam penelitian ini serta Mr. Akira Kikuchi sebagai dosen sekaligus *trainer* dalam penggunaan alat *Test Strip* selama di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Environmental Protection Agency. (2012). *Water: Monitoring & Assessment*. <https://archive.epa.gov/water/archives/web/html/vms511.html>
- Kikuchi, A., Mutmainah, F. N., Romaidi, S. N. H., & Soid, M. M. (2013). Applicability of Easy-to-use *Escherichia coli* test strip for community development program on drinking water safety. *Proceedings of the 4th Green Technology Faculty of Science and Technology Islamic of University State Maulana Malik Ibrahim Malang, Malang, Indonesia*, 183-190.
- Kikuchi, A., Syafinas, M., Romaidi, Mahmood, A. M., Putra, W. E., Muctaromah, B., Savitri, E. S., Uaberta I. A. I. N., Ismail, M., & Musa M. (2015). Affordable onsite *E.Coli* testing device for community engagement. *Applied Mechanics and Materials*, 747, 257-260.

- Lifewater International. (2020). *The Water Crisis: Get The Facts*. <https://Lifewater.org>.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia. (1990). Peraturan Menteri Kesehatan No 416/1990 tentang *Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia. (2010). Peraturan Menteri Kesehatan No 492/2010 tentang *Persyaratan Kualitas Air Minum*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia. (2017). Peraturan Menteri Kesehatan No 32/2017 tentang *Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Menteri Sekretaris Negara Republik Indonesia. Peraturan Pemerintah No 82/2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Kementerian Sekretaris Negara Republik Indonesia.
- Motlagh, M. A., & Yang, Z. (2019). Detection and occurrence of indicator organism and pathogens. *Water Environment Federation*, 91(10), 1402-1408.
- Odonkor, S. T., & Ampofo J. K. (2013). Escherichia coli as an indicator of bacteriological quality of water: An Overview. *Microbiology Research*, 4(1), 5-11.
- Organization for Economic Co-operation and Development. (2003). *Assessing Microbial Safety of Drinking Water: Improving Approaches and Methods*. IWA Publishing. www.who.int/water_sanitation_health.
- Putra, B. (2010). Analisa kualitas fisik, bakteriologis, dan kimia air sumur gali serta gambaran keadaan konstruksi sumur gali di Desa Patumbak Kampung Kecamatan Patumbak Kabupaten Deli Serdang [Skripsi, Universitas Sumatera Utara]. USU Repository.
- Rofida, R., Fitriani, N., Indarko, D. G., Yuniarto, A., Marsono, B. D., & Soedjono, E. S. (2019). Water quality mapping of piped water supply in Malang City-Indonesia. *International Journal of Integrated Engineering*, 11(2), 243-248.
- Tryland, I., Eregno, F. E., Braathen, H., Khalaf, G., Sjølander, I., & Fossum, M. (2015). On-line monitoring of escherichia coli in raw water at oset drinking water treatment plant, Oslo (Norway). *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 12(2), 1788-1802.
- World Health Organization. (2017). *Guidelines for Drinking-water Quality*, Fourth Edition. World Health Organization Library Cataloguing in Publication Data. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/254637/9789241549950-eng.pdf>.