

EVALUASI KEAMANAN SUMBER AIR MINUM DESA MOJO KECAMATAN PADANG KABUPATEN LUMAJANG

*Safety Evaluation of Drinking Water Resource at Mojo Village Padang Distric Lumajang
Regency*

Aditya Oktavianto¹⁾, Nurhayati Nurhayati^{1,2)*}, Enny Suswati³⁾

¹⁾Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

²⁾Centre for Development of Advanced Science and Technology, Jember University

³⁾Fakultas Kedokteran, Universitas Jember

Jalan Kalimantan No. 37, kampus Tegal Boto, jember 68121

*E-mail: nurhayati.ftp@unej.ac.id

ABSTRACT

Little known about the safety of natural water on enteric mikroflora population at Mojo Village Padang Distric Lumajang Regency. We assessed the population of enteric mikroflora i.e Salmonella and Eschericia coli in the wellspring. We performed a randomized sampling to evaluate the population of Salmonella and Eschericia coli of three natural water resource at Mojo Village. There were Jirun, Kali Tengah and Sumber Suko water resource. Medium to colony identification were used Salmonella Chromogenic Agar (SCA) and Enteric Hektoin Agar (HEA). SCA resulted blue colony for Eschericia coli and magentha or violet colony for Salmonella. While HEA resulted orange colony for Eschericia coli and green for Salmonella. 250 mL of natural water was used to growth the enteric mikroflora. We observed three water resource of Mojo Village contain enteric mikroflora. The enteric mikroflora population was up to 2 log₁₀ CFU/mL (more than 10 CFU/mL). These was a fantastic population, because enteric population must no growth on drink water. Assuming the enteric mikroflora come from fish faecal, because at the surrounding of water resource growth the fish. Three water resource at Mojo Village were no safety to used as drink water if without water treatment. The enteric mikroflora can dextructed by using filtration and UV treatment or thermal process example water boiling.

Keywords: *Jirun, Kali Tengah, Sumber Suko, Salmonella, Eschericia coli, water resource*

PENDAHULUAN

Ketersediaan air bersih, sehat dan aman merupakan kebutuhan hajat hidup yang vital bagi manusia. Jika ditinjau dari segi kualitas, air minum siap konsumsi yang tersedia hanya sekitar 0,03%. Salah satu desa yang memerlukan penyediaan air bersih adalah Desa Mojo Kecamatan Padang Kabupaten Lumajang. Desa tersebut selalu mengalami kesulitan dalam penyediaan air setiap musim kemarau. Penurunan kualitas air di antaranya disebabkan oleh cemaran mikrobiologi terutama bakteri indikator sanitasi golongan koliform. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi keamanan sumber mata air untuk kebutuhan air minum bagi masyarakat Desa Mojo.

Pada tahun 2002, Departemen Kesehatan RI telah menetapkan kriteria kualitas air secara mikrobiologis, melalui Keputusan Menteri Kesehatan No. 907 tahun 2002 bahwa air minum tidak diperbolehkan mengandung bakteri koliform dan *Escherichia coli*. Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 01-3553 – 2006 menyebutkan bahwa air minum dalam kemasan selain tidak boleh mengandung bakteri patogen yaitu *Salmonella* dan *Pseudomonas aeruginosa*, juga tidak boleh mengandung cemaran mikroba lebih besar dari 100 koloni/ml.

Standar kualitas air adalah baku mutu yang ditetapkan berdasarkan sifat-sifat fisik, kimia, radioaktif maupun bakteriologis yang menunjukkan

persyaratan kualitas air tersebut. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air.

Bakteri enteropatogenik yang mencemari air antara lain:

a. *Salmonella* sp.

Salmonella merupakan bakteri patogen paling utama yang terdapat di air limbah yang dapat menyebabkan demam *typhus*, *paratyphus* dan *gastroenteritis* (radang lambung/perut). Diperkirakan bahwa hampir 0.1% penduduk mengeluarkan *Salmonella* didalam tinja. *Salmonella* adalah bakteri batang lurus, gram negatif, tidak berspora, bergerak dengan flagel peritrik, berukuran 2 – 4 µm x 0.5-0,8 µm. Suhu optimum pertumbuhan *Salmonella* sp. ialah 37°C dan pada pH 6 – 8. Komposisi dasar DNA *Salmonella* sp adalah 50 – 52 mol% G + C, mirip dengan *Escherichia*, *Shigella*, dan *Citrobacter* (Jawet'z, 2005).

b. *Escherichia coli* sp.

Escherichia coli adalah salah satu jenis spesies utama bakteri gram negatif yang penghuni normal saluran pencernaan manusia dan hewan berdarah panas. Bakteri *E. coli* adalah bakteri berbentuk batang, Gram negatif, tidak membentuk spora, aerobik dan fakultatif yang meragikan laktosa dengan meng-hasilkan asam dan gas dalam waktu 48 jam suhu 35°C. Pada umumnya bakteri – bakteri yang ditemukan oleh Theodor *Escherichia* ini, dapat menyebabkan masalah bagi kesehatan bagi manusia seperti diare, muntaber dan masalah pencernaan lainnya. Bakteri ini memfermentasi glukosa dan karbohidrat lain dengan mengkonversi piruvat menjadi asam laktat. Sebagian besar strain memfermentasi laktosa. *E.coli* membentuk *indol* dalam jumlah besar, secara kuat mereduksi nitrat. Komposisi dasar DNA *E.coli* adalah 48 – 52 mol% G + C Mol (Supardi dan Sukamto, 1999).

Desa Mojo merupakan salah satu Desa yang ada di Kecamatan Padang, Kabupaten Lumajang. Desa Mojo mengalami kekurangan tersediaannya kebutuhan air layak konsumsi bagi masyarakat. Krisis air bersih seperti yang terjadi di Desa Mojo merupakan akibat belum dimaksimalkannya sumber air yang ada membuat warga kesulitan untuk memenuhi kebutuhan sehari – hari, terutama untuk masak dan minum. Desa Mojo memiliki delapan sumber air aktif dan satu rawa, tetapi untuk memenuhi kebutuhan air masyarakat desa masih terkendala rendahnya posisi sumber air dari pemukiman warga (Anonim, 2013).

Salah satu cara untuk membunuh *Salmonella* sp. dan *E. coli* yaitu menggunakan metode pemanasan air baku untuk minum seperti sterilisasi dan pasteurisasi. Sterilisasi adalah proses termal untuk mematikan semua mikroba beserta spora – sporanya. Spora – spora bersifat tahan panas, maka umumnya diperlukan pemanasan selama 15 menit pada suhu 121°C atau ekuivalennya, artinya semua partikel bahan pangan tersebut harus mengalami perlakuan panas. Pasteurisasi adalah perlakuan panas yang diberikan pada bahan baku dengan suhu di bawah titik didih. Teknik ini digunakan untuk mengawetkan bahan pangan yang tidak tahan suhu tinggi, misalnya susu. Pasteurisasi tidak mematikan semua mikroorganisme, tetapi hanya yang bersifat patogen dan tidak membentuk spora (Hidayat, 2007).

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan antara lain peralatan gelas untuk uji kuantitatif bakteri enteropatogenik, pipet ukur, *blue tip*, *colony counter*, inkubator, autoklaf, hotplate dan petridish.

Bahan yang digunakan adalah air dari beberapa lokasi di Desa Mojo. Selain itu juga dibutuhkan akuades dan media

untuk menumbuhkan bakteri enteropatogenik yaitu media SCA (*Salmonella Chromogenic Agar*) dan HEA (*Hektoen Enteric Agar*).

Tahapan Penelitian

Pengambilan sampel air

Pengambilan air dilakukan pada tiga sumber (lokasi) mata air di Desa Mojo Kecamatan Padang Kabupaten Lumajang yaitu sumber Jirun, Kali Tengah dan sumber Suko yang menghasilkan tujuh sampel air dari sumber dan tandonnya. Selanjutnya dilakukan pengujian air secara kuantitatif terhadap bakteri enteropatogenik.

Perlakuan panas

Sumber air tersebut ditreatment panas untuk mengetahui penaruh panas terhadap pertumbuhan bakteri enteropatogenik. Perlakuan pemanasan (pas-teurisasi) dilakukan pada suhu 70°C (B1), 80°C (B2) dan 90°C (B3) selama satu menit (C1) dan dua menit (C2). Perhitungan % destruksi menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{Destruksi} = [(N_0 - N_t) / N_0] \times 100\%$$

Metode Analisis

Perhitungan populasi bakteri

Analisis populasi bakteri dilakukan dengan cara menumbuhkan bakteri pada media *salmonella chromogenic agar* (SCA) dan *hektoen enteric agar* (HEA) dengan tiga seri pengenceran yang dihitung dengan metode *Bacterio-logical Analytical Manual* (BAM).

Perhitungan metode BAM menggunakan rumus sebagai berikut:

$$N = \frac{\sum C}{[(1 \times n_1) + (0.1 \times n_2) \times (d)]}$$

Keterangan:

N = Jumlah koloni per ml atau g sampel

$\sum C$ = Jumlah koloni tiap cawan

n_1 = jumlah cawan pada pengenceran seri pertama

n_2 = jumlah cawan pada pengenceran seri kedua

d = tingkat pengenceran seri pertama.

Perhitungan nilai k (koefisien destruksi)

Perhitungan nilai k (koefisien destruksi) dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$k = (\ln N_0 - \ln N_t) / t$$

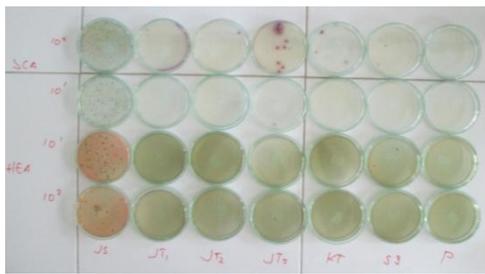
Data yang diperoleh, diolah secara statistik dan disajikan secara deskriptif dalam bentuk tabel dan grafik yang disesuaikan dengan standar error/error bar.

PEMBAHASAN

Analisis mikrobiologis di-lakukan untuk mengevaluasi mutu mikrobiologis berdasarkan keber-adaan bakteri enterik indikator sanitasi, yaitu *Salmonella* dan *Escherichia coli* yang merupakan bakteri enteropatogenik.

Populasi Bakteri Enteropatogenik pada Mata Air Desa Mojo

Ketujuh sumber mata air mengandung bakteri enteropato-genik. Media SCA menghasilkan warna koloni biru untuk bakteri *Escherichia coli* sp. dan warna ungu/magenta untuk bakteri *Salmonella* sp. Media HEA menghasilkan warna koloni kuning hingga salmon untuk bakteri *E. coli* dan warna hijau untuk bakteri *Salmonella* seperti pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Populasi mikroba pada media *salmonella chromogenic agar* (SCA) dan *hektoin enteric agar* (HEA)

Populasi bakteri entero-patogenik yang mencemari sumber mata air dan tandonnya dapat dilihat pada **Tabel 1** yang menunjukkan bahwa ketujuh sumber mata air mengandung bakteri enteropato-genik. *Salmonella* sp. ada pada masing – masing sumber mata air dengan jumlah koloni terbanyak terdapat pada Jirun Tandon 3, yaitu $5,2 \times 10^1$ CFU/ml dan *E. coli* sp. hanya ada pada Jirun Sumber, Kali Tengah dan Sumber Suko dengan koloni terbanyak terdapat pada Jirun Sumber, yaitu $1,7 \times 10^3$ CFU/ml. Bakteri yang tumbuh dari Jirun Sumber merupakan kontaminasi dari kotoran hewan berdarah panas, yaitu ikan air tawar seperti ikan wader dan ikan bluder. Adanya pertumbuhan *Salmonella* sp. dari ketujuh sampel air tersebut dapat dijelaskan bahwa sumber mata air yang ada di Desa Mojo dapat memicu penyakit

Salmonellosis, seperti demam *typus*, *paratypus* dan *gastroenteristis* jika dilakukan proses pengolahan secara tidak benar.

Morfologi dan Fisiologi Bakteri Enteropatogenik

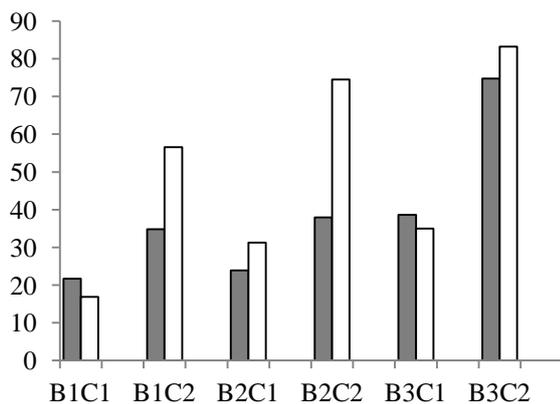
Pada pewarnaan Gram, *Salmonella* dan *Escherichia coli* berwarna merah, sehingga kedua bakteri tersebut merupakan bakteri gram negatif dengan *Salmonella* berbentuk batang lurus dan *E. coli* berbentuk batang pendek. *E. coli* menghasilkan enzim katalase lebih banyak dari pada *Salmonella*. Selain itu *E. coli* dapat memproduksi gas pada media LB dan *Salmonella* tidak memproduksi gas pada media tersebut.

Destruksi Bakteri Enteropatogenik Asal Mata Air dengan Metode Pemanasan

Menurut Hariyono (2011) *Salmonella* sp. mati pada suhu 56°C selama 30 menit dan *Escherichia coli* sp. mati pada suhu 60°C selama 30 menit. Kemampuan panas dalam mendestruksi bakteri *Salmonella* dan *E. coli* ditunjukkan oleh **Gambar 2**.

Tabel 1. Populasi bakteri enteropatogenik sumber mata air

Sampel	Perhitungan BAM (CFU/ml)			
	Media SCA		Media HEA	
	<i>Salmonella</i>	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i>	<i>E. coli</i>
Jirun Sumber	$1,8 \times 10^0$	$1,7 \times 10^3$	0	$9,5 \times 10^2$
Jirun Tandon1	$8,2 \times 10^0$	$1,0 \times 10^0$	0	0
Jirun Tandon2	$1,0 \times 10^0$	0	0	0
Jirun Tandon3	$5,2 \times 10^1$	0	0	0
Kali Tengah	$4,6 \times 10^0$	$1,8 \times 10^0$	$1,5 \times 10^1$	$1,7 \times 10^1$
Sumber Suko	$4,6 \times 10^0$	$1,8 \times 10^0$	$1,8 \times 10^0$	$1,2 \times 10^1$
PDAM	$1,0 \times 10^0$	0	$2,7 \times 10^0$	0



Gambar 2. Persentase destruksi *Salmonella* sp. (■) dan *Escherichia coli* sp. (□) pada perlakuan suhu pemanasan 70°C (B1), 80°C (B2), 90°C (B3) selama 1 menit (C1) dan 2 menit (C2)

Gambar 2 menunjukkan persentase destruksi tertinggi adalah pada perlakuan B3C2 baik pada *Salmonella* maupun *Escherichia coli*, yaitu berturut – turut sebesar 74,78% dan 83,19% dan yang paling rendah adalah pada perlakuan B1C1, yaitu berturut – turut 21,70% dan 16,87%. Ditinjau dari lama waktu yang digunakan untuk pemanasan, semua perlakuan mengalami peningkatan persentase destruksi setelah di-lakukan pemanasan selama 2 menit (C2). Persentase destruksi *E. coli* lebih besar dari pada *Salmonella* karena populasi bakteri ini juga lebih tinggi yang menyebabkan proses transfer panas antar sel semakin cepat sehingga dalam waktu 2 menit mampu mendestruksi 83,19% sel *E. coli*. Pada pemanasan selama 1 menit sebagian besar bakteri ini masih mampu bertahan, berbeda dengan *Salmonella* yang telah mengalami destruksi lebih besar dibandingkan *E. coli* pada waktu pemanasan 1 menit. (Hariyono, 2011).

Perbedaan ketahanan bakteri gram negatif terhadap pemanasan dikarenakan adanya perbedaan komponen penyusun peptidoglikan sel seperti lipoprotein, membran luar dan lipopolisakarida (LPS). Meski-pun peptidoglikan lebih tipis, bakteri gram negatif mampu menahan

panas untuk beberapa waktu karena adanya ikatan yang kompleks dari komponen penyusunnya. Lipoprotein berfungsi sebagai penstabil membran luar dan tempat perlekatan membran luar. LPS terikat pada membran luar dengan ikatan hidrofobik.

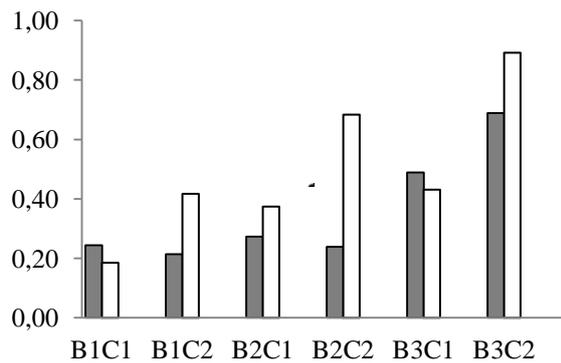
Komponen lipid dinding sel *Escherichia coli* lebih besar dari pada *Salmonella*, sehingga *E. coli* lebih tahan panas dari pada *Salmonella*. Hal ini dikarenakan panas akan lebih dahulu berinteraksi dengan lipid penyusun dinding sel (Supardi, 1999).

Nilai k (Koefisien Destruksi) Bakteri Enteropatogenik

Perhitungan koefisien destruksi ini dilakukan untuk mengetahui nilai k dari *Salmonella* sp. dan *Escherichia coli* sp. dengan cara membandingkan antara populasi awal (N_0) dengan populasi setelah pemanasan selama waktu tertentu (N_t) tiap satuan waktu (t). Setelah dilakukan perhitungan, diperoleh kurva seperti

Gambar 3.

Koefisien destruksi bakteri semakin besar seiring tingginya suhu yang digunakan dalam pemanasan. Hal ini ditunjukkan oleh kurva pada **Gambar 3** yang terus naik dari perlakuan B1C1 hingga perlakuan B3C1 maupun perlakuan B1C2 hingga perlakuan B3C2. Namun, jika dibandingkan berdasarkan lama waktu pemanasan, *Salmonella* memiliki nilai k yang menurun, misalnya pada perlakuan B1C1 (0,24) dengan B1C2 (0,21).



Gambar 3. Kurva koefisien destruksi *Salmonella* sp. (■) dan *Escherichia coli* sp. (□) pada perlakuan suhu pemanasan 70°C (B1), 80°C (B2), 90°C (B3) selama 1 (C1) menit dan 2 menit (C2)

Gambar 3 menunjukkan bahwa *Salmonella* mengalami kenaikan nilai k tertinggi pada perlakuan perlakuan B3C2 (0,69) dan *Escherichia coli* mengalami kenaikan nilai k pada perlakuan B2C2 (0,68). Perbedaan nilai k pada *Salmonella* dan *E. coli* disebabkan oleh perbedaan komposisi komponen penyusun dinding sel, karena penentuan nilai k berbanding lurus dengan nilai persentase destruksi. Semakin tinggi persentase destruksinya, maka nilai k juga akan tinggi (≤ 1) dengan kata lain dapat didefinisikan bahwa nilai k menunjukkan jumlah bakteri yang terdestruksi dalam satuan log/menit.

KESIMPULAN

Ketujuh sumber mata air (jirun sumber, jirun tandon 1, jirun tandon 2, jirun tandon 3, kali tengah, sumber suko, PDAM) mengandung bakteri penyebab gangguan saluran cerna (entero-patogenik) yaitu *Salmonella* sp. dan *Escherichia coli* sp. Semakin tinggi suhu dan waktu pemanasan yang digunakan, maka persentase dan nilai koefisien (k) destruksi *Salmonella* dan *E. coli* juga tinggi.

Perlakuan pemanasan terbaik pada suhu 90°C selama 2 menit dengan persentase destruksi sebesar 74,78% pada *Salmonella* dan 83,19% pada *E. coli*. Peningkatan tertinggi nilai koefisien

destruksi *Salmonella* adalah pada perlakuan B3C2, yaitu sebesar 0,45, sedangkan *E. coli* pada perlakuan B2C2, yaitu sebesar 0,26. Sumber mata air digunakan sebagai air minum, namun harus dipanaskan terlebih dahulu hingga mendidih. Selain itu, diperlukan teknologi destruksi yang lain seperti filtrasi membran untuk menyingkirkan mikroba.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada kepada Dirjen DIKTI DP2M yang telah memsupport penelitian ini melalui Program Ipteks bagi Wilayah 2014.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2013. *BPBD Suplai Air Bersih Untuk Wilayah Lumajang Terimbas Kekeringan*. <http://sidik-news.com/> [Diakses Tanggal 16 januari 2014]
- Bell, C., Neaves, P., and Williams, A. P. 2005. *Food Microbiology: Laboratory Practice*. Blackwell Publishing, USA.
- Dirjen POM, Depkes R.I. 1994. *Kumpulan Peraturan Perundang-undangan di Bidang Makanan*. Bhakti Husada, Jakarta.
- Hariyono, Purbowarsito. 2011. "Uji Bakteriologis Air Sumur Di Kecamatan Semampir Surabaya". Skripsi. Departemen Biologi Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Airlangga, Surabaya.
- Hidayat, Nur. 2007. *Pasteurisasi*. <http://catatanringannurhidayat.wordpress.com> [Diakses Tanggal 16 juni 2014].
- J.D. Perry, Michael Furs, Jeffrey Taylor. 1999. Chromogenic Media Dehydrated Culture For Microbiology. *Journal Clinical Microbiology*.
- Jawetz, Melnick, Adelberg. 2005. *Medical Microbiology*. Book I. Salemba Medika, Jakarta.
- King, S., and Metzger, W. I. 1968. A new plating medium for the isolation of enteric pathogens. I. Hektoen enteric agar. *Appl. Microbiol*, 16: 577-578.

- Mahida, N.U. 1986. *Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri*. CV. Rajawali, Jakarta.
- Supardi, I. dan Sukamto. 1999. *Mikrobiologi dalam Peng-olahan dan Keamanan Pangan*. Alumni, Bandung.
- Saripah, Hidayat. 2012. *Pelatihan Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian Peng-olahan dan Pengawetan Pangan*. <http://nikenutri-tionist.blogspot.com>
[Diakses Tanggal 16 juni 2014]