

PENGHITUNGAN JUMLAH SEL BAKTERI DENGAN METODE *MOST PROBABLE NUMBER (MPN)*

Gabriella Chandrakirana Krisnamurti
Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Brawijaya Malang
crpark9@gmail.com

ABSTRACT

*Bacterial growth is referred to addition of cell mass total. MPN method can count microorganism. MPN is quantitative analysis method for determining MPN of microorganism in sample. Purpose of this practice is study cell counting technique and analyze water quality microbiologically depends on MPN (most probable number) method. Practice was held on Tuesday, May 2, 2017 in 07.30-11.05 WIB at Microbiology Laboratory, Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Science, University of Brawijaya Malang. Method use in this practice is inoculating sample to some medium. Media used for presumptive test is single lactose broth and double lactose broth, for confirmation test is BGLBB (Brilliant Green Lactose Bile Broth), and completed test is EMB agar (Eosin Methylene Blue). Bacteria growth in media then incubated for determined times and temperature. Water are collected from well water, boiled water, and jamu gendong. Result of this practice is well water contain nonfecal coliform bacteria which mark as clear colorant in EMB agar and fecal coliform bacteria which mark as green metallic colorant in EMB agar. Boiled water is not containing any coliform bacteria after tested using confirmation test and completed test. Jamu gendong water containing fecal bacteria which mark as green metallic colorant in EMB agar, Result of Gram staining for green colorant bacteria in EMB agar is bacil and Gram negative bacteria so guessed as *E. coli*.*

Keywords: *coliform, E. coli, MPN, test, water*

PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu komponen penting dalam kehidupan, namun saat ini orang-orang kesulitan mendapatkan air yang bersih dan aman untuk dikonsumsi. Bakteri dapat ditemukan pada air dan bakteri tersebut dapat menyebabkan penyakit. Air dapat menjadi agen penularan dan pembawa penyakit karena adanya siklus air dan pengolahan serta pencemaran. Bakteri yang umum dijadikan indikator kebersihan air adalah bakteri *Escherichia coli* (Cabral, 2010).

Keragaman bakteri sebagai indikator kebersihan air perlu dicermati dan dilakukan identifikasi yang perlu ditumbuhkan dalam biakan murni. Pertumbuhan bakteri menggunakan biakan murni perlu memperhatikan nutrisi yang terdapat pada media. Konsep pertumbuhan bakteri mengacu pada penambahan total massa sel (Pelczar & Chan, 2008). Penghitungan mikroorganisme dapat dilakukan dengan metode *Most Probable Number (MPN)*. Metode MPN merupakan metode analisis kuantitatif untuk menentukan MPN mikroorganisme target pada sampel. Metode ini

dilakukan dengan menginokulasi sampel ke tabung yang mengandung media kultur (da Silva *et al.*, 2013).

Most Probable Number (MPN) merupakan metode untuk menghitung jumlah terendah mikroorganisme hidup. Metode ini didasarkan dengan inokulasi sampel ke tabung yang berisi media cair dengan tiga ukuran sampel yang berbeda atau dengan cara dilusi. Medium yang digunakan harus dibuat mungkin untuk menentukan adanya pertumbuhan bakteri serta angka positif pada setiap ukuran sampel atau dilusi ditentukan setelah inkubasi tabung (Adams & Moss, 2008).

Prinsip metode MPN didasarkan pada jumlah faktor kuantitas dengan mikroorganisme dan faktor kuantitas tanpa mikroorganisme dan dapat dilakukan penaksiran dengan kalkulasi probabilitas densitas asli mikroorganisme pada sampel. Kalkulasi probabilitas berdasarkan asumsi bahwa mikroorganisme secara acak dan terdistribusi secara homogen pada sampel. Sampel dapat dibagi menjadi dua macam yaitu cair dan padat. Sampel cair tidak perlu dilakukan pengenceran sedangkan pada sampel padat perlu dilakukan pengenceran atau dilusi. Dilusi pertama sampel padat akan langsung didapatkan faktor kuantitas. Metode MPN memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan metode perhitungan standar di cawan. Teknik MPN merupakan teknik yang lebih sensitif dibandingkan dengan metode hitungan cawan dan meningkatkan fleksibilitas deteksi. Teknik MPN merupakan teknik yang serbaguna dan dapat menyebutkan beberapa spesies mikroorganisme dengan menggunakan media kultur serta kondisi inkubasi yang berbeda. Teknik ini dapat digunakan untuk mendeteksi adanya mikroorganisme merugikan pada makanan dan mendeteksi standar suatu kelayakan makanan berdasarkan jumlah mikroorganisme (da Silva *et al.*, 2013).

Sampel yang diuji adalah berbagai jenis air, baik air untuk kebutuhan sehari-hari maupun minuman berupa jamu. Menurut Cabral (2010), analisis air secara mikrobiologi didasarkan pada konsep bakteri *fecal* sebagai indikator. Bakteri *fecal* merupakan bakteri yang berbahaya sehingga dijadikan indikator kebersihan air. Pengujian kualitas air perlu dilakukan secara terus menerus agar air dapat dan layak untuk dikonsumsi oleh masyarakat dan dapat dijadikan dasar kelayakan air untuk konsumsi. Pengujian kualitas air diharapkan dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai sumber air yang layak digunakan untuk kehidupan sehari-hari. Pengetahuan

analisis menggunakan metode MPN dapat diterapkan untuk menganalisis bakteri yang tumbuh pada makanan sehingga didapatkan hasil kelayakan suatu bahan makanan untuk konsumsi. Tujuan penelitian adalah melakukan analisis kualitas air dengan teknik penghitungan sel secara mikrobiologis berdasarkan metode MPN.

Media yang dapat digunakan untuk metode MPN adalah agar LBG, LBT, BGLB, dan EMB. LBG atau *Locust bean gum* adalah galaktomannan dengan distribusi galaktosa yang terdistribusi tidak acak pada rantai utama mannan. Unit mannan bersebelahan sejumlah lebih dari sepuluh dan tidak digantungan serta meluruskan ikatan hidrogen pada struktur polisakarida lainnya (Imeson, 2009). Agar LBG sedikit permeabel terhadap air. Penambahan LBG dapat memperbaiki ketahanan agar terhadap air (Thakur *et al.*, 2017).

Koliform total dapat diuji menggunakan media LTB atau *Lauryl Tryptose Broth*. Media tersebut digunakan dengan mengetahui adanya fermentasi menggunakan tabung Durham yang ditandai dengan terbentuknya gas. Serial dilusi sampel air yang diuji diinokulasikan ke dalam media pertumbuhan LTB kemudian diinkubasi pada suhu 35°C selama 24 jam dan diinkubasi lagi selama 24 jam apabila pada 24 jam pertama bakteri tidak tumbuh. Bakteri koliform yang terdapat pada sampel akan memproduksi gas atau asam hasil fermentasi laktosa. Uji selanjutnya setelah menggunakan LTB yaitu BGLBB atau *Brilliant Green Lactose Bile Broth*. BGLBB digunakan untuk uji penguat adanya bakteri koliform pada sampel. Media sebanyak 10 ml ditambahkan ke tabung fermentasi. Tabung yang sudah ditambahkan media harus memiliki pH akhir sebesar $7,2 \pm 0,1$ setelah disterilisasi. Semua tabung yang menunjukkan pertumbuhan, produksi gas atau reaksi asam pada uji LTB harus dipindahkan ke tabung BGLBB dan diinkubasi pada suhu 35°C hingga 37°C selama 24 sampai 48 jam (Nollet, 2007).

Media EMB atau *Eosin Methylene Blue* digunakan untuk uji penguat. Agar EMB hampir sama dengan media BGB namun media BGB merupakan media cair sedangkan EMB merupakan media padat. Agar EMB dapat digunakan untuk membedakan bakteri *E. coli* dengan bakteri koliform lainnya. *E. coli* memproduksi bentuk datar, tumbuh kering, dengan warna hijau metalik di permukaan agar EMB. Bakteri koliform yang lain akan tumbuh dengan bentuk yang besar, bulat, dan

permukaannya basah. Media EMB merupakan media yang bersifat selektif dan diferensial (Mc Kinney, 2004).

Kontaminasi feses pada air minum merupakan masalah kesehatan yang paling mendasar. Isolat bakteri yang diuji pada bakteri di feses merupakan bakteri yang resisten terhadap antibiotik. Salah satu bakteri yang umum dijadikan acuan pada uji kontaminasi feses di air minum adalah bakteri *E. coli*. Standar jumlah *E. coli* atau bakteri termotoleran menurut WHO adalah tidak ada pada setiap 100 ml air minum (Fakhr *et al.*, 2016).

Bakteri kelompok koliform adalah semua bakteri berbentuk batang, Gram negatif, tidak membentuk spora, dan memfermentasi laktosa dengan memproduksi gas dan asam pada suhu 37°C dalam waktu kurang dari 48 jam. Bakteri yang memiliki karakteristik seperti bakteri koliform adalah bakteri *E. coli*. Bakteri *E. coli* dapat menghasilkan senyawa indol di dalam air pepton yang mengandung asam amino triptofan serta tidak dapat menggunakan natrium sitrat sebagai satu-satunya sumber karbon. Bakteri koliform dapat dijadikan indikator pada kebersihan perairan. Bakteri koliform selain *E. coli* yang dapat dijadikan indikator pelengkap adalah *Streptococcus faecalis*. Bakteri tersebut terdapat di dalam faeces dan jumlahnya bervariasi (Purnawijayanti, 2001). Berikut ini adalah tabel standar mutu bakteriologis air menurut Purnawijayanti (2001). Tabel 1 menjelaskan standar mutu bakteriologis air.

Tabel 1. Standar mutu bakteriologis air

Klasifikasi	Bakteri Koliform/100 ml (dalam MPN)
Mutu bakteri yang dapat diterapkan hanya pada penyucihamaan	0-50
Mutu bakteri yang memerlukan cara-cara penanganan konvensional penggumpalan, penyaringan, penyucihamaan	50-5000
Polusi berat yang memerlukan jenis-jenis penanganan yang ekstensif	5000-50.000
Polusi yang sangat berat, tak dapat diterima kecuali digunakan penanganan khusus yang dipersiapkan untuk air semacam itu; sumber digunakan bila tidak ada pilihan lain	> 50.000

Bakteri non-fecal merupakan bakteri yang biasa disebut sebagai golongan perantara, memiliki sifat seperti *E. coli* namun tidak patogen. Bakteri ini biasa didapatkan berhabitat di tanah atau di air daripada di dalam usus. Contoh bakteri ini adalah *Aerobacter* dan *Klebsiella* (Suriawiria, 2008). Bakteri koliform berbeda dengan bakteri *fecal* koliform dan bakteri non-*fecal* koliform. Bakteri koliform

tumbuh pada suhu 46 °C sedangkan bakteri *fecal* koliform tumbuh pada suhu 44.5 °C namun bakteri *non-fecal* koliform akan mati pada temperatur tersebut. Filter membran dapat digunakan untuk mendeteksi adanya bakteri *fecal* koliform. Filter membran terdiri dari bentuk yang kecil, sirkular, dan terdapat membran selulosa asetat yang dapat mengumpulkan bakteri pada permukaannya saat air melewati pori-pori kecil. Uji adanya bakteri *fecal* koliform perlu dilakukan karena bakteri tersebut berbahaya bagi kesehatan. MPN bakteri *fecal* koliform dilakukan dengan cara tiga serial dilusi pada lima tabung pada setiap dilusi (McKinney, 2004).

METODE PENELITIAN

Penelitian untuk melakukan uji kualitas air dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya Malang. Adapun pengujian ini meliputi tahap-tahap yaitu: 1) uji penduga, 2) uji penguat, dan 3) uji pelengkap.

Uji Penduga

Sampel air diambil dengan botol sampel steril secara aseptis sebanyak kurang lebih 500 ml. Sampel air diinokulasikan sebanyak 10 ml pada masing-masing ke dalam 5 tabung medium *Lactose Broth* ganda 10 ml (seri I). Sampel air sebanyak 1 ml masing-masing diinokulasikan ke dalam lima tabung medium *Lactose Broth* tunggal 5 ml (seri II). Sampel air 0,1 ml masing-masing diinokulasikan ke dalam lima tabung medium *Lactose Broth* tunggal 5 ml (seri III). Semua medium yang sudah diinokulasi sampel air diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam. Tabung-tabung dicatat pada setiap seri yang menunjukkan terbentuknya asam dan gas (reaksi positif). Tabung yang hasilnya negatif, maka hasilnya dianggap negatif, tetapi bila hasilnya positif dilanjutkan ke uji penguat (*confirmed test*).

Uji Penguat

Biakan sebanyak 0,1 ml diinokulasikan dari setiap tabung uji penduga yang positif masing-masing ke dalam medium BGLB. Satu seri BGLB yang telah diinokulasi diinkubasi pada suhu 37°C dan satu seri yang lain pada suhu 44,5°C selama 48 jam. Asam dan gas yang terbentuk dalam media BGLB diamati dan dicatat tabung-tabung pada setiap seri yang menunjukkan hasil positif.

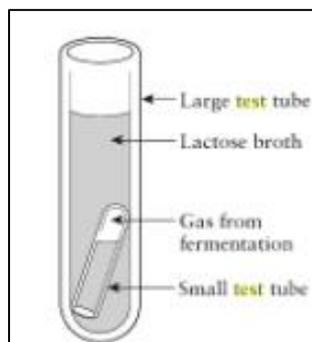
Uji Pelengkap

Satu ose biakan diambil dari tabung BGLB yang menunjukkan reaksi positif, goreskan (*streak*) pada permukaan media EMB agar dalam cawan petri, inkubasikan pada suhu 37 °C selama 48 jam. Setiap koloni yang berwarna hijau metalik pada setiap seri diinokulasikan dalam medium *Nutrient Agar* miring. Biakan diinkubasi dalam suhu 37 °C selama 24 jam untuk NA. Isolat yang dibiakkan pada media NA diuji menggunakan cat Gram. Bentuk sel diamati secara mikroskopis, bakteri koliform berbentuk batang, gram negatif dan tidak membentuk endospora (*E. coli*). Jumlah tabung yang positif dicocokkan dari hasil medium BGLB (uji penguat) dengan daftar indeks MPN.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Penduga

Uji penduga merupakan uji yang digunakan untuk mengetahui adanya bakteri *lactose fermenter* yang memproduksi gas dan menyebabkan perubahan warna pada indikator uji. Sampel diinokulasi ke dalam media kemudian diinkubasi selama 24-48 jam. Sampel positif setelah inkubasi akan diuji pada uji selanjutnya yaitu uji penguat. Metode uji penduga yaitu tabung fermentasi disiapkan pada setiap pengenceran (setiap seri yang berbeda) kemudian diberi sampel. Tabung diinkubasi pada suhu 35°C selama 24 kemudian diamati. Adanya gas menunjukkan hasil uji positif, jika tidak ada gas maka diinkubasi lagi selama 24 jam. Hasil inkubasi selama 48 jam, jika ada gas maka merupakan uji positif sedangkan jika tidak ada gas maka uji negatif (Spellman, 2008). Berikut ini adalah skema tabung yang menunjukkan hasil positif pada uji penduga. Adapun hasil dari uji penduga seperti terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema tabung hasil positif pada uji penduga
Sumber: Vesilind *et al.*, 2010)

Tabung yang menghasilkan uji positif seperti pada Gambar 2 menandakan adanya bakteri *lactose fermenter* dan dapat dikatakan ada bakteri koliform sehingga air pada sampel tercemar (Nollet, 2007). Hasil uji positif pada uji penduga dibedakan pada masing-masing seri dan dihitung tabung yang menunjukkan hasil positif pada masing-masing seri dan dihitung menggunakan metode MPN. Hasil praktikum (Tabel 2) menunjukkan bahwa sampel air sumur terdapat bakteri koliform pada hampir semua tabung di setiap seri. Sampel air rebusan menunjukkan hasil negatif, kecuali pada satu seri pada satu ulangan. Sampel air jamu gendong menunjukkan hasil positif pada beberapa seri sehingga dapat disimpulkan bahwa sampel air yang tidak terdapat bakteri koliform adalah sampel air yang sudah direbus sedangkan air sumur dan air jamu gendong terdapat bakteri koliform.



Gambar 2. Hasil uji positif (tengah) yang ditunjukkan adanya warna merah dan uji negatif

Tabel 3. berikut menunjukkan hasil uji MPN pada berbagai air (air sumur, air masak, air jamu gendong

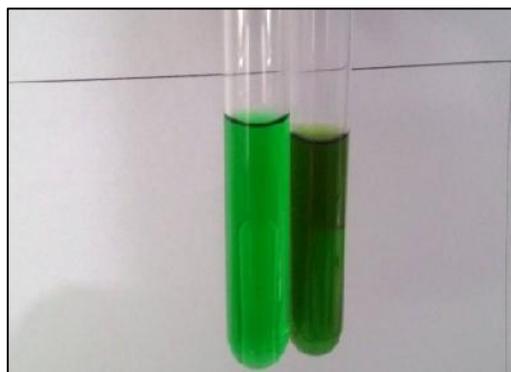
Tabel 3. Hasil uji MPN

Sampel Uji	Ulangan	Seri			Indeks MPN (sel /100ml)
		1 (10 ml)	2 (1 ml)	3 (0,1ml)	
Air Sumur	1	5	5	5	1800+/100 ml
	2	5	5	5	1800+/100 ml
	3	5	5	4	1600/ 100ml
Air Masak	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
	3	1	0	0	2/100 ml
Jamu Gendong (Beras Kencur)	1	1	1	4	>8/100 ml
	2	1	1	4	>8/ 100 ml
	3	1	0	3	8/ 100 ml

Uji Penguat

Uji penguat merupakan uji yang dilakukan setelah uji penduga untuk membedakan bakteri koliform *fecal* dan *nonfecal* (Vesilind *et al.*, 2010). Media yang digunakan pada penelitian ini adalah BGLBB atau *brilliant green lactose bile broth*. Media BGLBB merupakan media cair selektif diferensial untuk mengonfirmasi adanya bakteri koliform pada makanan, terutama pada sampel air. Oxgall (*bile*) dan *brilliant green* berguna untuk menghambat pertumbuhan bakteri Gram positif dan bakteri Gram negatif nonkoliform. Fermentasi laktosa di medium oleh bakteri koliform menghasilkan gas karbondioksida yang terperangkap pada tabung Durham (Yousef & Carlstrom, 2003).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel air uji yang menunjukkan hasil positif adalah sampel air sumur dan sampel air jamu gendong (tabel 3). Hasil uji positif pada media BGLBB dapat dilihat pada Gambar 3 yang mengalami perubahan warna menjadi keruh dan terdapat gelembung sesuai dengan pernyataan dari Vesilind, dkk (2011) bahwa uji positif pada uji penguat ditandai dengan produksi gas. Sampel BGLBB dibagi menjadi dua yaitu diinkubasi pada suhu 37°C dan suhu 44,5°C. Perbedaan suhu digunakan untuk membedakan bakteri *fecal* dan *nonfecal*. Tabung yang menghasilkan uji positif pada suhu 44,5°C menandakan adanya bakteri fekal dan biasanya adalah bakteri *E. coli* (McKinney, 2004). Tabung yang menghasilkan uji positif pada suhu 37°C menandakan adanya bakteri nonfecal (Purnawijayanti, 2001).



Gambar 3. Hasil pengamatan uji positif (kanan) dibandingkan kontrol (kiri) media BGLBB

Adapun hasil analisis berbagai jenis air pada uji penguat seperti terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Pada Uji Penguat

Sampel Uji	Ulangan	Seri (37°C)			Seri (44,5°C)		
		1	2	3	1	2	3
Air Sumur	1	5	5	5	5	5	5
	2	5	5	5	5	5	5
	3	5	5	4	5	5	4
Air Masak	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	1	0	0	1	0	0
Jamu	1	0	2	3	0	2	3
Gendong	2	0	0	1	0	0	1
(Beras Kencur)	3	0	0	3	0	0	3

Uji Pelengkap

Uji pelengkap pada praktikum ini menggunakan media agar EMB dan sampel yang *distreak* yaitu dari uji menggunakan BGLBB dengan hasil positif pada suhu 44,5°C. Media agar EMB atau *eosin methylene blue* adalah media selektif diferensial yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mendiferensiasi bakteri koliform. Nilai pH yang asam akan membuat eosin dan metilen biru bergabung dan mengalami presipitasi dan menyebabkan diferensiasi koloni yang dapat memfermentasi laktosa dengan yang tidak dapat memfermentasi laktosa. Kedua pewarna tersebut juga berperan sebagai agen selektif meskipun bakteri Gram positif dan khamir dapat tumbuh dengan baik dan berkembang menjadi koloni. Koloni *lactose fermenter* menghasilkan warna gelap sedangkan bakteri *nonlactose fermenter* tidak menghasilkan warna. Bakteri yang dapat memfermentasi sukrosa seperti *Enterobacter* akan terlihat berwarna merah muda sedangkan *E. coli* menghasilkan warna hijau metalik (Yousef & Carlstrom, 2003).

Hasil positif pada uji pelengkap seperti gambar 4 terlihat warna hijau metalik pada media menunjukkan adanya bakteri *E. coli*. Sampel air yang tidak menghasilkan hasil positif pada uji ini adalah air rebusan sedangkan pada air jamu gendong dan air sumur terdapat bakteri *E. coli* (tabel 4). Konfirmasi bakteri *E. coli* dilakukan dengan cat Gram. Bakteri *E. coli* pada cat Gram akan menghasilkan bentuk basil dan Gram negatif (Manning, 2010) (Gambar 5). Sampel air jamu gendong memiliki bakteri koliform *fecal* dan sampel air sumur memiliki bakteri koliform *fecal* dibuktikan dengan warna hijau metalik serta bakteri koliform *nonfecal* dibuktikan dengan warna bening. Berdasarkan hasil yang diperoleh dan literatur yang sudah dipaparkan, dapat disimpulkan bahwa kualitas air sumur dan air jamu gendong

yang diuji tergolong buruk karena terdapat bakteri pencemar dan tidak dapat dikonsumsi dalam jumlah yang cukup banyak.

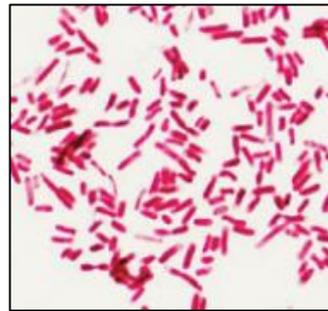
Tabel 4. Hasil pewarnaan Gram

Sampel Uji	Ulangan	Hasil pewarnaan Gram (37°C)			Hasil pewarnaan Gram (44,5°C)		
		1	2	3	1	2	3
Air Sumur	1	3	1	0	3	0	0
	2	0	0	0	0	1	0
	3	2	2	1	0	0	0
Air Masak	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
Jamu Gendong (Beras Kencur)	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	1	0	0	1
	3	0	0	3	0	0	3

Adapun hasil pengecatan pada cat Gram akan menghasilkan bentuk seperti pada Gambar 4 dan 5 berikut.



Gambar 4. Hasil uji positif (bakteri koliform *fecal* dan koliform nonfecal) pada sampel



Gambar 5. Bakteri *E. coli*
Sumber: Manning (2010)

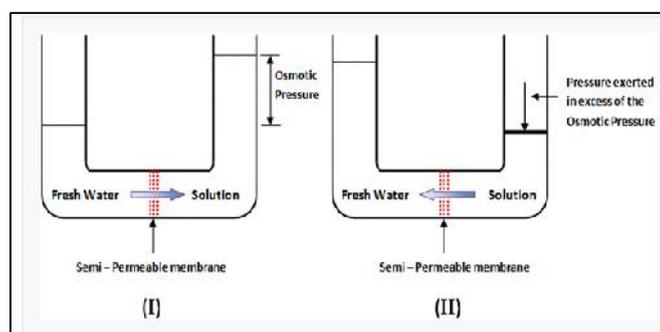
Teknik Menghilangkan Kontaminan pada Air

Air merupakan elemen penting dalam kehidupan. Sintesis sel dan struktur sel serta metabolisme tubuh tergantung keberadaan air. Adanya kontaminan akan mengganggu mekanisme dalam tubuh dan menyebabkan penyakit jangka pendek maupun jangka panjang. Tipe kontaminan dapat dibedakan menjadi dua yaitu kontaminan alami dan produk industri. Konsentrasi natural kontaminan tergantung dengan materi geologi terlarut. Kontaminan yang lain yaitu produk industri merupakan materi yang berbahaya seperti pupuk, cat, detergen sintetik, minyak, obat, disinfektan, dan materi lainnya. Mikroorganisme kontaminan seperti virus, bakteri

patogen, dan parasit dapat hidup di perairan yang tercemar (Sharma & Bhattacharya, 2016).

Tipe kontaminan yang berkaitan dengan polusi air ada empat yaitu kontaminan anorganik, kontaminan organik, kontaminan biologis, dan kontaminan radiologi (Sharma & Bhattacharya, 2016). Zat kontaminan dapat disebabkan karena adanya pencemaran. Tindakan yang dapat dilakukan untuk mereduksi pencemaran yaitu dengan melakukan fitoremediasi dan bioremediasi. Fitoremediasi merupakan cara mereduksi kontaminan pada air dengan menggunakan tanaman hijau untuk memindahkan, menyerap, dan mengakumulasi serta mengubah kontaminan yang berbahaya menjadi tidak berbahaya. Beberapa tanaman untuk fitoremediasi juga diduga mengandung senyawa fitoestrogen yang bermanfaat bagi tubuh (Primiani, 2015). Bioremediasi merupakan salah satu cara penggunaan mikroorganisme untuk menghilangkan pengaruh kontaminan sehingga substansi kontaminasi tersebut berkurang (Arsyad & Rustiadi, 2008).

Metode yang dapat digunakan yaitu dengan distilasi. Distilasi merupakan teknik pemisahan yang sangat umum. Teknik ini memisahkan komponen di air menggunakan panas. Prinsip dari teknik ini yaitu memisahkan material berdasarkan titik didih dari masing-masing komponen. Hasil dari proses distilasi adalah pemisahan antara materi anorganik dengan air seperti kalsium, magnesium, dan bakteri. Teknik lain yang dapat digunakan yaitu presipitasi dan koagulasi dan adsorpsi. Teknologi yang baru misalnya dengan menerapkan prinsip semipermeabel membran. Prosesnya yaitu osmosis dan osmosis berlawanan yang dikontrol dengan fungsi termodinamik misalnya sistem potensial kimia (Sharma & Bhattacharya, 2016). Gambar 6 berikut adalah diagram osmosis dan osmosis berlawanan.



Gambar 6. Diagram osmosis dan osmosis terbalik (*reverse osmosis*)
Sumber: Sharma & Bhattacharya (2016)

SIMPULAN

Teknik penghitungan sel dilakukan menggunakan MPN yang terdiri dari tiga uji yaitu uji penduga, uji penguat, dan uji pelengkap. Uji tersebut menggunakan beberapa media yaitu untuk uji penduga menggunakan media *Lactose Broth* tunggal dan *Lactose Broth* ganda, uji penguat menggunakan BGLBB dan uji pelengkap menggunakan media EMB agar. Berdasarkan hasil analisis kualitas air, air sumur mengandung bakteri koliform fekal dan koliform non fekal. Air jamu gendong mengandung bakteri koliform fekal. Air rebusan tidak mengandung bakteri koliform.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, M.R & Moss, M.O. (2008). Food Microbiology. The Royal Society of Chemistry. Cambridge.
- Arsyad, Sitanala & Rustiadi, Ernan. (2008). Penyelamatan Tanah, Air, dan Lingkungan. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Cabral, J.p. (2010). Water Microbiology. Bacterial Pathogens and Water. *Int J Environ Res Public Health* 7(10): 3657-3703.
- Da Silva, N., Taniwaki, M. H., Junqueira, V.C.A., Silveira, N.F.A., do Nascimento, M.S & Gomes, Renato, A.R. (2013). Microbiological Examination Methods of Food and Water Laboratory Manual. Taylor & Francis Group. Boca Raton.
- Fakhr, Ahmed E., Gohar, M. K & Atta, A. H. (2016). Impact of Some Ecological Factors on Fecal Contamination of Drinking Water by Diarrheagenic Antibiotic-Resistant *Escherichia coli* in Zagazig City, Egypt. *International Journal of Microbiology Vol 2016. Article ID 6240703, doi:10.1155/2016/6240703*
- Imeson, Alan. (2009). Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agents. Wiley-Blackwell. New Jersey.
- Manning, Shannon. (2010). *Escherichia coli* Infections. Second Edition. Infobase Publishing. New York.
- McKinney, Ross. (2004). Environmental Pollution Control Microbiology. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Nollet, Leo M.L. (2007). Handbook of Water Analysis. Second Edition. Taylor & Francis Group. Boca Raton.
- Primiani, C. N. (2015). The Phytoestrogenic Potential of Yam Bean (*Pachyrhizus erosus*) on Ovarian and Uterine Tissue Structure of Premenopausal Mice. *Biology, Medicine, & Natural Product Chemistry*, 4(1), 5-9.
- Purnawijayanti, H. A. (2001). Sanitasi, Higiene, dan Keselamatan Kerja dalam Pengolahan Makanan. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Sharma, S & Bhattacharya, A. (2016). Drinking Water Contamination and Treatment Technique. *Applied Water Science* 7(3): 1043-1067.

- Spellman, F. R. (2008). *The Science of Water: Concepts and Applications*. Second Edition. Taylor & Francis Group. Boca Raton.
- Suriawiria, U. (2008). *Mikrobiologi Air*. Penerbit P.T Alumni. Bandung.
- Thakur, V.K., Thakur, M.K & Kessler, M.R. 2017. *Handbook of Composites from Renewable Materials*. Volume 5. Scrivener Publishing LLC. Beverly.
- Vesilind, P.A., Morgan, S.M., Heine, L.G. (2010). *Environmental Engineering*. Third Edition. Cengage Learning. Stanford
- Yousef, Ahmed E & Carlstrom, C. (2003). *Food Microbiology A Laboratory Manual*. John Willey & Sons, Inc. New Jersey.