

JURNAL METAMORFOSA

Journal of Biological Sciences

eISSN: 2655-8122

<http://ojs.unud.ac.id/index.php/metamorfosa>

Deteksi Keberadaan *Coliform* dan *Escherichia coli* Pada Es Batu Dari Penjual Minuman Di Sekitar Kampus 4 Universitas Ahmad Dahlan

Detection Of *Coliform* and *Escherichia coli* On Ice Cubes From Beverage Sellers Around Campus 4 Of Universitas Ahmad Dahlan

Oktira Roka Aji^{1*}, Nofa Nur Fiani²

¹⁾ Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi Terapan, Universitas Ahmad Dahlan,

²⁾ Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Sains dan Teknologi Terapan, Universitas Ahmad Dahlan
Jl. Ringroad Selatan, Tamanan, Kec. Bangutapan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55191

*Email: oktira.aji@bio.uad.ac.id

INTISARI

Es batu merupakan komponen pelengkap minuman yang banyak digemari. Es batu harus bebas *Coliform* maupun *Escherichia coli* agar layak dikonsumsi. *Coliform* dan *E.coli* merupakan mikroorganisme indikator yang digunakan dalam analisis kualitas air. Keberadaannya dalam bahan pangan menunjukkan adanya kontaminasi tinja. Tujuan penelitian ini yaitu menganalisis keberadaan *Coliform* dan *E.coli* pada es batu yang terdapat pada minuman yang dijual di sekitar Kampus 4 Universitas Ahmad Dahlan. Pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling* yaitu sebanyak 7 sampel diambil dari warung yang berbeda di sekitar Kampus 4. Penelitian ini menggunakan metode MPN (*Most Probable Number*) yang terdiri dari uji pendugaan (*Presumptive test*), uji penegasan (*Confirmative test*) dan uji *Escherichia coli*. Hasil positif ditandai dengan perubahan kekeruhan media dan adanya gelembung gas pada tabung durham. Analisis data dilakukan dengan membandingkan jumlah tabung positif pada hasil pengamatan dengan tabel MPN. Berdasarkan data yang diperoleh, sampel es batu dari ke 7 penjual yang ada di sekitar Kampus 4 Universitas Ahmad Dahlan positif mengandung bakteri *Coliform* dan *E.coli*. Prinsip *hygiene* sanitasi pangan perlu diterapkan untuk mencegah terjadinya kontaminasi bakteri pada es batu yang dijajakan.

Kata kunci: *Coliform*, *Escherichia coli*, Es batu.

ABSTRACT

Ice cubes are a complement to drinks. Ice cubes must not contain *Coliform* or *Escherichia coli*. *Coliform* and *E.coli* are indicator microorganisms used in water quality analysis. Its presence indicates fecal contamination. The purpose of this study was to analyze the presence of *Coliform* and *E.coli* on ice cubes found in drinks sold around the Kampus 4 Universitas Ahmad Dahlan. Sampling was done by purposive sampling. The sample used in this study was 7 ice cube samples taken from different stalls around the campus. This study used the MPN (*Most Probable Number*) method which consists of a presumptive test, a confirmative test and the *Escherichia coli* test. A positive result was indicated by changes in the turbidity of the media and the presence of gas bubbles in the durham tube. Data analysis was performed by comparing the number of positive tubes in the observation results with the MPN table. Based on the data obtained, samples of ice cubes from 7 sellers around Kampus 4 Universitas

Ahmad Dahlan were positive for *Coliform* and *E.coli* bacteria. The principles of food sanitation hygiene need to be improved to prevent bacterial contamination on ice cubes.

Keyword: Coliform, Escherichia coli, Ice cube.

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan vital bagi manusia (Kılıç, 2020). Oleh karena itu, kualitas air sangat mempengaruhi kehidupan manusia. Pemenuhan standar kualitas air penting untuk dilakukan salah satunya agar air layak untuk dikonsumsi. Standar kualitas air meliputi parameter fisika, kimiawi dan biologi (Gafur *et al.*, 2017). Parameter tersebut tercantum dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang kualitas air minum. Dalam peraturan tersebut persyaratan biologis berupa angka total bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli* harus 0/100 mL.

Di sekitar wilayah kampus umumnya banyak terdapat tempat makan yang menjajakan berbagai macam makanan dan minuman. Salah satu bahan pelengkap minuman yang sering digunakan adalah es batu. Es batu merupakan komponen pelengkap dalam minuman yang dapat menambah sensasi dingin sehingga banyak digemari. Es merupakan hasil perubahan fisika molekul air dari cair ke padat yang dibekukan di bawah suhu 0⁰ C (Sastrohamidjojo, 2018). Banyak penjual yang membuat es batu sendiri, namun ada juga yang dipasok dari produsen es batu. Kurangnya pengetahuan tentang standar kualitas air minum, membuat pedagang minuman es dan industri es dalam skala kecil kurang memperhatikan sanitasi dan higienitas dalam proses pembuatan es batu (Rahayu *et al.*, 2017). Sanitasi lingkungan pengolahan yang kurang baik dapat menyebabkan munculnya keracunan makanan (Morya *et al.*, 2020). Keracunan biasanya ditandai dengan munculnya gejala diare akibat adanya cemaran bakteri. Cemaran bakteri yang dapat menyebabkan penyakit umumnya disebabkan oleh *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* ataupun bakteri yang lain (Putri *et al.*, 2018). Agar layak dikonsumsi, es batu harus bebas *Coliform* maupun bakteri *Escherichia coli*.

Coliform dan *Escherichia coli* merupakan mikroorganisme indikator yang digunakan dalam analisis kualitas air (Wen *et al.*, 2020). *Coliform* adalah kelompok bakteri yang berasal dari tinja hewan berdarah panas, termasuk manusia sehingga keberadaannya diasosiasikan dengan adanya kontaminasi tinja. Kelompok bakteri ini memiliki ciri-ciri yaitu gram negatif, berbentuk batang, tidak dapat membentuk spora, bersifat aerobik fakultatif, dan dapat memfermentasi laktosa dengan produksi asam dan gas dalam waktu 48 jam pada 35°C (Madigan *et al.*, 2019). Namun, ciri-ciri tersebut dapat juga dimiliki bakteri lain yang tidak berasal dari tinja hewan berdarah panas melainkan berasal dari lingkungan. Istilah *Total Coliform* digunakan untuk mendeskripsikan kelompok bakteri yang berasal dari usus hewan berdarah panas dan lingkungan yang memiliki karakteristik tersebut (Maheux *et al.*, 2014). *Fecal Coliform* adalah bagian dari *Total Coliform* yang berasal dari tinja hewan berdarah panas (Seo *et al.*, 2019). *E.coli* termasuk ke dalam *fecal Coliform* karena bakteri ini terkait langsung dengan kontaminasi tinja (Price dan Wildeboer, 2016). Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan analisis keberadaan *Coliform* dan *E.coli* pada es batu yang terdapat pada minuman yang dijual di sekitar Kampus 4 Universitas Ahmad Dahlan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember-Januari 2020. Pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling*. Sebanyak 7 sampel diambil dari warung yang berbeda di sekitar kampus 4 UAD. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah tabung reaksi, tabung durham, pipet ukur, korek api, rak tabung reaksi, inkubator, botol steril, botol plastik, ose, lampu bunsen, *cool box*, *autoclave*, gelas benda, propipet, dan *waterbath*. Media yang digunakan pada penelitian ini yaitu media *Lactose Broth Single Strength* (LB1), *Lactose*

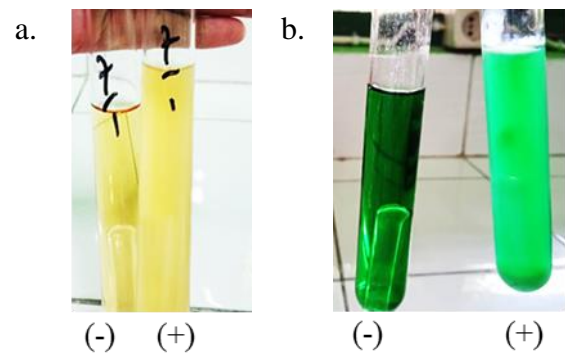
Broth Triple Strength (LB3), *Brilliant Green Lactose Broth* (BGLB), dan *Escherichia coli Broth* (ECB). Bahan lain yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel es batu, kapas, plastik, spiritus, akuades, dan tisu. Alat dan bahan untuk kultivasi bakteri disterilisasi dengan *autoclave* sebelum digunakan.

Penelitian ini menggunakan metode MPN (*Most Probable Number*) ragam 5-5-5 yang terdiri dari uji pendugaan (*Presumptive test*), uji penegasan (*Confirmative test*) dan uji *Escherichia coli*. Deteksi *Coliform* dilakukan dengan menggunakan media LB pada uji pendugaan dan media BGLB pada uji penegasan. Pada uji pendugaan, sebanyak 10 mL sampel dimasukkan ke tabung berisi 5 mL LB3, 1 mL sampel dimasukkan ke tabung berisi 10 mL LB1 dan 0,1 mL sampel dimasukkan ke tabung berisi 10 mL LB1. Semua sampel diinkubasi selama 1 x 48 jam pada suhu 35°C. Hasil positif ditandai dengan perubahan kekeruhan media LB dan adanya gelembung gas pada tabung durham. Sampel yang menunjukkan hasil positif kemudian dilanjutkan ke tahap uji penegasan. Pada uji penegasan, sampel dimasukkan ke media BGLB lalu diinkubasi selama 1 x 24 jam pada suhu 35°C. Hasil positif ditandai dengan perubahan kekeruhan media BGLB dan adanya gelembung gas pada tabung durham (Wulansari *et al.*, 2017; Romesberg dan Henderson, 2018).

Deteksi *E.coli* dilakukan dengan menggunakan media ECB. Sampel positif dari uji pendugaan bakteri *Coliform* pada media LB diambil lalu dimasukkan ke dalam media ECB. Sampel diinkubasi selama 1 x 24 jam pada suhu 44°C. Hasil positif ditandai dengan perubahan kekeruhan media ECB dan adanya gelembung gas pada tabung durham (Romesberg dan Henderson, 2018). Setiap uji dilakukan pengulangan sebanyak 2 kali. Kontrol negatif yang digunakan pada penelitian ini adalah air minum yang telah direbus hingga mendidih sehingga bebas dari kontaminasi bakteri. Analisis data dilakukan dengan membandingkan jumlah tabung positif pada hasil pengamatan dengan tabel MPN.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji MPN terdiri dari uji pendugaan (*Presumptive test*) dan uji penegasan (*Confirmative test*). Hasil positif dari uji pendugaan ditandai dengan terbentuknya gelembung gas dan berubahnya kekeruhan media (Gambar 1a). Ciri tersebut merupakan hasil dari metabolisme bakteri *Coliform* (Utami *et al.*, 2020). Pada media *Lactose Broth*, laktosa digunakan sebagai sumber karbon bagi bakteri *Coliform*. Bakteri *Coliform* memfermentasikan laktosa menggunakan enzim β -galactosidase sehingga terbentuk asam dan gas yang diinkubasi selama 24-48 jam pada suhu 36±2°C (Ashbolt *et al.*, 2001). Gas yang terbentuk dari proses fermentasi akan terperangkap pada tabung durham (Putri *et al.*, 2018).



Gambar 1. Hasil Pengamatan (a) Uji pendugaan pada media *Lactose Broth* (b) Uji penegasan pada media *Brilliant Green Lactose Broth* (Keterangan: (-) tabung hasil uji negatif, dan (+) tabung hasil uji positif)

Hasil pengamatan pada uji pendugaan diperoleh bahwa dari semua sampel yang diuji menunjukkan hasil positif (Tabel 1). Dengan demikian, semua sampel pada penelitian ini dilanjutkan dengan tahap uji penegasan. *Lactose broth* dan *Lauril Tryptose Broth* dapat digunakan sebagai media pada deteksi *Coliform*, tetapi banyak bakteri lain juga memfermentasi laktosa sehingga semua tabung positif pada uji pendugaan harus dilanjutkan dengan uji penegasan (Rompré *et al.*, 2002). Hasil positif ini menunjukkan keberadaan *Total Coliform*. *Total Coliform* adalah kelompok bakteri termasuk *Fecal Coliform* dan beberapa bakteri yang mungkin berasal dari lingkungan

sehingga keberadaan *Total Coliform* belum tentu menandakan kontaminasi tinja (Bartram *et al.*, 1996).

Pada uji penegasan, sampel positif dari uji pendugaan diinokulasikan pada media BGLB (*Brilliant Green Lactose Broth*). Media BGLB mengandung laktosa yang kemudian akan difermentasi oleh bakteri *Coliform*. Media BGLB mengandung agen selektif yaitu *brilliant green* dan garam empedu. Garam empedu berfungsi menghambat pertumbuhan bakteri gram positif (Cremers *et al.*, 2014). *Brilliant green* adalah pewarna hijau yang juga berfungsi menghambat bakteri gram positif (Bonnet *et al.*, 2019). Bakteri *Coliform* yang tumbuh pada media ini akan ditandai dengan perubahan media menjadi keruh dan adanya gelembung gas pada tabung durham (Gambar 1b). Gelembung gas yang tertangkap tabung durham adalah gas CO₂ yang dihasilkan dari proses fermentasi laktosa (Putri *et al.*, 2018). Hasil pengamatan pada uji penegasan (Tabel 2) menunjukkan bahwa semua sampel menunjukkan hasil positif. Hasil yang telah diperoleh kemudian dibandingkan dengan tabel MPN untuk mendapatkan nilai indeks MPN.

Tabel 1. Hasil Uji Pendugaan Bakteri *Coliform*

Sampel	Uji Pendugaan			Jml Tabung Positif
	10 mL	1 mL	0,1 mL	
Kontrol	-----	-----	-----	0-0-0
A	+++++	+++++	+++++	5-5-5
B	+++++	+++++	+++++	5-5-5
C	+++++	+++++	+++++	5-5-5
D	+++++	+++++	+++++	5-5-5
E	+++++	+++++	+++++	5-5-5
F	+++++	-----	-----	5-0-0
G	+++++	+++++	-----	4-3-0

Keterangan :

(+) = Sampel positif mengandung *Coliform*.

(-) = Sampel negatif mengandung *Coliform*.

Berdasarkan hasil uji *Coliform*, sampel A-E menunjukkan nilai MPN tertinggi yaitu >2400/100 mL sedangkan sampel F menunjukkan nilai terendah yaitu 23/100 mL. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa semua sampel es batu yang telah diuji positif mengandung *Coliform* pada tahap uji

pendugaan maupun penegasan. Dalam Peraturan Menteri Kesehatan No 492/Menkes/Per/IV/2010 disebutkan bahwa batas angka total bakteri *Coliform* pada suatu sampel yang diperbolehkan yaitu 0/100 mL sampel. Bakteri *Coliform* bisa menyebabkan penyakit serius, seperti gastroenteritis dan diare, melalui air yang tercemar (Seo, 2019).

Fecal Coliform atau disebut juga *thermotolerant Coliform* merupakan bakteri yang berasal dari tinja hewan berdarah panas termasuk manusia yang dapat memfermentasikan laktosa menjadi asam dan gas serta tumbuh pada suhu 44 atau 44.5°C. *Escherichia coli* adalah *Fecal Coliform* yang paling umum ditemui dan langsung terkait dengan kontaminasi tinja (Madigan *et al.*, 2019). Walaupun sebagian besar strain *E.coli* bersifat non-patogen, beberapa strain diantaranya seperti *E.coli* O157: H7 dapat menyebabkan penyakit yang serius bagi manusia (Jamieson *et al.*, 2003).

Tabel 2. Hasil Uji Penegasan Bakteri *Coliform*

Sampel	Uji Penegasan			Jml Tabung Positif	MPN Per 100 mL
	10 mL	1 mL	0,1 mL		
Kontrol	-----	-----	-----	0-0-0	0
A	+++++	+++++	+++++	5-5-5	>2400
B	+++++	+++++	+++++	5-5-5	>2400
C	+++++	+++++	+++++	5-5-5	>2400
D	+++++	+++++	+++++	5-5-5	>2400
E	+++++	+++++	+++++	5-5-5	>2400
F	+++++	-----	-----	5-0-0	23
G	+++++	+++++	-----	4-3-0	27

Keterangan :

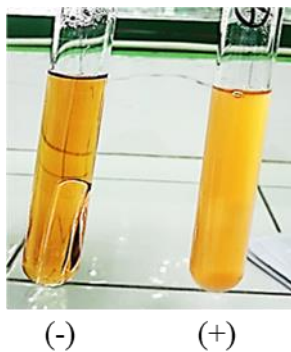
(+) = Sampel positif mengandung *Coliform*.

(-) = Sampel negatif mengandung *Coliform*.

Deteksi *Escherichia coli* pada penelitian ini menggunakan media selektif *Escherichia coli Broth* (ECB) (Gambar 2). Media ECB mengandung agen selektif yaitu garam empedu. Garam empedu terdapat pada usus dan berperan penting dalam pencernaan makanan. Namun, garam empedu juga memiliki aktivitas antimikroba dan berperan mengontrol pertumbuhan bakteri di usus. Karakteristik amfifatik dari garam empedu membuatnya

dapat berinteraksi dengan lipid bilayer sel sehingga menyebabkan integritas membran sel terganggu. Selain itu, garam empedu mempengaruhi pertumbuhan bakteri dengan cara menyebabkan terbentuknya agregat protein di dalam sitosol (Cremers *et al.*, 2014).

Tahapan uji deteksi *E.coli* dilakukan dengan cara menginokulasikan hasil positif dari uji pendugaan *Coliform* ke media ECB kemudian diinkubasi selama 1 x 24 jam pada suhu 44°C. Hasil pengamatan pada uji *Escherichia coli* menunjukkan bahwa kesemua sampel uji berubah menjadi keruh dan terbentuk gas sehingga dapat diartikan semua sampel positif *E.coli*. Hasil positif uji *Escherichia coli* dicocokkan dengan tabel MPN untuk mengetahui nilai indeks MPN dari 7 sampel yang diambil dari sekitar Kampus 4 Universitas Ahmad Dahlan (Tabel 3). Sampel A dan D menunjukkan hasil >2400/100 mL sedangkan sampel F menunjukkan hasil paling rendah yaitu 2/100 mL. *E.coli* merupakan bakteri golongan *Coliform* yang paling umum terdapat sebagai flora normal pada usus hewan berdarah panas termasuk manusia sehingga keberadaannya pada suatu sampel menunjukkan adanya kontaminasi tinja. Oleh karena itu, *E.coli* tidak diperbolehkan berada dalam air minum (Rompré *et al.*, 2002).



Gambar 2. Hasil Pengamatan Uji deteksi *E.coli* pada media *Escherichia coli Broth* (Keterangan: (-) tabung hasil uji negatif, dan (+) tabung hasil uji positif)

Coliform dan bakteri *E.coli* merupakan bakteri indikator untuk mengetahui adanya cemaran pada suatu bahan pangan. Tingginya jumlah bakteri indikator pada suatu bahan

pangan akan memunculkan kekhawatiran adanya bakteri patogen lain misalnya *Salmonella sp.* maupun *E. coli* 0157:H57 yang dapat membahayakan tubuh manusia (Anjarina *et al.*, 2018). Jika suatu bahan pangan mengandung bakteri *E.coli*, kemungkinan bahan pangan tersebut terkontaminasi tinja dan dapat pula mengandung bakteri patogen usus yang lain (Alifia dan Aji, 2020). Oleh karena itu, penting dilakukan pengawasan terhadap kualitas bahan pangan secara mikrobiologis agar aman untuk dikonsumsi.

Tabel 3. Hasil Uji Bakteri *Escherichia coli*

Sampel	Uji ECB			Jml Tabung Positif	MPN Per 100 mL
	10 mL	1 mL	0,1 mL		
Kontrol	----	----	----	0-0-0	0
A	+++++	+++++	++++ +	5-5-5	>2400
B	+++++	+++++	---++	5-5-2	540
C	+---+	----	----	3-0-0	8
D	+++++	+++++	++++ +	5-5-5	>2400
E	+---+	----	----	2-0-0	5
F	-+---	----	----	1-0-0	2
G	-+---	----	----	3-3-0	17

Keterangan :

(+) = Sampel positif mengandung *Coliform*.

(-) = Sampel negatif mengandung *Coliform*.

Sanitasi bahan yang tidak memenuhi syarat merupakan faktor penunjang terjadinya pencemaran bakteri. Ciri-ciri es batu yang dibuat dari air tidak matang akan berwarna putih, karena gas yang terperangkap di es. Berbeda dengan es yang terbuat dari air matang, es akan berwarna bening karena gas akan hilang saat proses rebusan (Hadi *et al.*, 2014). Kebersihan alat dan bahan merupakan faktor utama dalam kontaminasi bakteri. Kontaminasi bisa berasal dari sumber bahan baku dan wadah yang tidak memenuhi standar *hygiene* (Suryani, 2014). Faktor lain yang terkait dengan kontaminasi bakteri adalah tingkat kebersihan penjual atau *personal hygiene*. Praktik menjaga kebersihan oleh penjual misalnya cuci tangan, penggunaan celemek, tutup kepala, masker dan

sarung tangan dapat mencegah kontaminasi silang (Isnawati, 2012). Tingginya kontaminasi menunjukkan belum adanya penerapan prinsip dasar keamanan pangan dengan memperhatikan kebersihan bahan baku, alat pengolahan pangan, dan *personal hygiene*. Prinsip-prinsip *hygiene* sanitasi pangan yang harus dipenuhi diantaranya yaitu kebersihan bahan baku, penyimpanan bahan baku, proses pengolahan, pengangkutan, penyimpanan dan penyajian (Uçar *et al.*, 2016; Kamboj *et al.*, 2020).

KESIMPULAN

Berdasarkan dari data yang diperoleh, sampel es batu dari ke 7 penjual yang ada di sekitar Kampus 4 Universitas Ahmad Dahlan positif mengandung bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli*. Prinsip *hygiene* sanitasi pangan perlu diterapkan untuk mencegah terjadinya kontaminasi bakteri pada es batu yang dijajakan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Laboratorium Kesehatan dan Kalibrasi Yogyakarta serta semua pihak yang membantu semua proses penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Alifia, E.S. dan O.R. Aji 2020. Analisis Keberadaan Coliform dan *Escherichia coli* pada Es Batu dari Jajanan Minuman di Pasar Tengah Bandar Lampung. *Quagga: Jurnal Pendidikan dan Biologi*. 13(1): 74-81.

Anjarina, P., R. Kawuri & D. A. Yulihastuti (2018). *Escherichia coli* Content Test and Total Bacteria on Meat and Organ in Cattle Slaughterhouses of Denpasar City and Badung Regency. *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*, 5(2), 171-176. doi:10.24843/metamorfosa.2018.v05.i02.p06

Ashbolt, N.J., W.O.K. Grabow, dan M. Snozzi 2001. Indicators of microbial water quality. In: Fewtrell L, Bartram J, editors. *Water quality - guidelines, standards and health. Assessment of risk and risk management for water-related infectious*

disease. London: IWA Publishing; 289-316

- Bartram, J. dan S. Pedley. 1996. Microbiological analyses. In *Water Quality Monitoring: A Practical Guide to the Design and Implementation of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programmes* (J. Bartram and R. Ballance, eds), E dan FN Spon for UNEP and WHO. 237 – 62
- Bonnet, M., J. C. Lagier, D. Raoult, dan S. Khelaifia. 2019. Bacterial culture through selective and non-selective conditions: the evolution of culture media in clinical microbiology. *New microbes and new infections*, 34, 100622. <https://doi.org/10.1016/j.nmni.2019.100622>
- Cremers, C. M., D. Knoefler, V. Vitvitsky, R. Banerjee, dan U. Jakob. 2014. Bile salts act as effective protein-unfolding agents and instigators of disulfide stress in vivo. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(16): E1610–E1619
- Gafur, A., A.D. Kartini, dan Rahman. 2017 . Studi Kualitas Fisik Kimia dan Biologis pada Air Minum Dalam Kemasan Berbagai Merek yang Beredar di Kota Makassar Tahun 2016. *Higiene*. 3(1): 37-46
- Hadi B., E. Bahar, dan Rima Semiarti. 2014. Uji Bakteriologis Es Batu Rumah Tangga yang digunakan Penjual Minuman di Pasar Lubuk Buaya Kota Padang. *Jurnal Kesehatan Andalas*. 3(2)
- Isnawati. 2012. Hubungan *hygiene* sanitasi keberadaan bakteri *Coliform* dalam es jeruk di warung makan kelurahan tembalang semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 1(2): 1005 – 1017
- Jamieson, R.C., R.J. Gordon, S.C. Tattrie, dan G.W. Stratton. 2003. Sources and Persistence of Fecal *Coliform* Bacteria in a Rural Watershed. *Water Quality Research Journal*. 38 (1): 33–47
- Kamboj, S., N. Gupta, J.D. Bandral, G. Gandotra dan N. Anjum. 2020. Food safety and *hygiene*: A review.

- International Journal of Chemical Studies*. 8(2):358-368. DOI: 10.22271/chemi.2020.v8.i2f.8794
- Kılıç Z. 2020. The importance of water and conscious use of water. *International Journal of Hydrology*. 4(5):239–241. DOI: 10.15406/ijh.2020.04.00250
- Madigan, M. T., K.S. Bender, D.H. Buckley, D.A. Stahl, dan W.M. Sattley. 2019. Brock biology of microorganisms. New York : Pearson
- Maheux, A. F., D. K. Boudreau, M. A. Bisson, V. Dion-Dupont, S. Bouchard, M. Nkuranga, M. G. Bergeron, dan M. J. Rodriguez. 2014. Molecular method for detection of total coliforms in drinking water samples. *Applied and environmental microbiology*, 80(14), 4074–4084. <https://doi.org/10.1128/AEM.00546-14>
- Morya, S., A.E.D.D. Amoah, dan S.O. Snaebjornsson. 2020. Food poisoning hazards and their consequences over food safety, In: Chowdhary, P., Raj, A., Verma, D., Akhter, Y., editors. *Microorganisms for Sustainable Environment and Health*. Elsevier: 383-400. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819001-2.00019-X>.
- Price R., G. dan D. Wildeboer. 2017. *E. coli as an Indicator of Contamination and Health Risk in Environmental Waters, Escherichia coli. Recent Advances on Physiology, Pathogenesis and Biotechnological Applications*, Amidou Samie, IntechOpen, DOI: 10.5772/67330. Available from: <https://www.intechopen.com/books/-i-escherichia-coli-i-recent-advances-on-physiology-pathogenesis-and-biotechnological-applications/-i-e-coli-i-as-an-indicator-of-contamination-and-health-risk-in-environmental-waters>
- Putri, A.M. dan P. Kurnia. 2018. Identifikasi keberadaan bakteri *Coliform* dan total mikroba dalam es dung-dung di sekitar kampus Universitas Muhammadiyah Surakarta. *Media Gizi Indonesia*, 13(1): 41–48
- Rahayu, W.P., Q. Wafiyah, S. Nurjanah, dan C.C. Nurwitri. 2017. Tingkat Kepatuhan Pedagang Minuman Es terhadap Cara Produksi Pangan yang Baik di Kota Bogor. *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*. 6 (3): 145-151
- Romesberg, J., dan J. O. Henderson. 2018. Analysis of Total Coliform and Total *Escherichia coli* Levels in the Fox River Watershed. *Journal of Student Research*, 6(2), 66-70. <https://doi.org/10.47611/jsr.v6i2.391>
- Rompré, A., P. Servais, J. Baudart, M. R. de-Roubin, dan P. Laurent. 2002. Detection and enumeration of *Coliforms* in drinking water: current methods and emerging approaches. *Journal of microbiological methods*. 49(1): 31–54
- Sastrohamidjojo, H. 2018. Kimia dasar. Yogyakarta: UGM PRESS
- Seo, M., H. Lee, dan Y. Kim. 2019. Relationship between *Coliform* Bacteria and Water Quality Factors at Weir Stations in the Nakdong River, South Korea. *Water*. 11: 1171
- Suryani, D. 2014. Keberadaan Angka Kuman Ikan Bawal Bakar dan Peralatan Makan Bakar. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 9 (2): 191-196
- Uçar, A., M.V. Yilmaz, dan F.P. Çakıroğlu. 2016. *Food Safety – Problems and Solutions, Significance, Prevention and Control of Food Related Diseases*, Hussaini Anthony Makun, IntechOpen, DOI: 10.5772/63176. Available from: <https://www.intechopen.com/books/significance-prevention-and-control-of-food-related-diseases/food-safety-problems-and-solutions>.
- Utami F. T. dan M. Mia. 2020. Metode Most Probable Number (MPN) sebagai Dasar Uji Kualitas Air Sungai Rengganis dan Pantai Timur Pangandaran dari Cemaran *Coliform* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada : Jurnal Ilmu Keperawatan, Analisis Kesehatan dan Farmasi*. 20(1)
- Wen, X., F. Chen, Y. Lin, H. Zhu, F. Yuan, D. Kuang, Z. Jia, dan Z. Yuan. 2020.

Microbial Indicators and Their Use for Monitoring Drinking Water Quality—A Review. *Sustainability*. 12, 2249

Wulansari, N., J. Marjati, L. Yuliantika, & I. Strisanti. 2017. Analisis Bakteriologi Sample Minuman yang Diambil dari Area Sekitar Kampus II Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Bali. *Metamorfosa: Journal Of Biological Sciences*, 4(2), 224-230. doi:10.24843/metamorfosa.2017.v04.i02. p14